REVUE GENERALE DES SCIENCES
PURES ET APPLIQUEES
ET BULLETIN DE L'ASSOCIATION FRANÇAISE POUR L'AVANCEMENT DES SCIENCES
TOME LXIII Novembre-Décembre 1956 N°s 11-12

Chronique & Correspondance

Mgr Gaston DELÉPINE à l'Académie des Sciences

Mgr Gaston Delépine, Protonotaire apostolique, Recteur honoraire des Facultés catholiques de Lille, vient d'être élu Membre de l'Institut (Académie des Sciences).

Né à Hondschoote (Nord) le 11 juillet 1878, nommé Maître de Conférences à la Faculté Catholique de Lille en 1903, il fit une entrée très remarquée dans le monde géologique avec sa Thèse sur le Calcaire carbonifère de la Belgique, soutenue en 1911. Devenu Professeur titulaire de Géologie en 1919 il consacrera toute sa carrière à l'étude des terrains carbonifères des divers pays du monde : Iles britanniques (1908-1924), Espagne (1926-1935), Amérique du Nord (1927), Hollande (1924-1935), U.R.S.S. (1937), Maroc (1937-1938), Irlande (1939, puis 1947-48).

L'étude du Carbonifère conduisit son auteur à celle des Goniatites du monde entier, depuis le bassin franco-belge jusqu'en Australie.

En dehors de son œuvre écrite, Mgr Delépine est un Professeur ayant fait Ecole avec un grand nombre d'élèves et un Administrateur de talent. Il fut non seulement Doyen de la Faculté libre des Sciences de Lille de 1923 à 1926 et de 1936 à 1940, mais il eut la lourde charge

du Rectorat des Facultés catholiques de Lille 1940 à 1949. En toutes circonstances, sa grande bienveillance le fit aimer de tous.

Chargé d'honneurs civils et ecclésiastiques, Mgr Gaston Delépine fut élu Correspondant de l'Académie des Sciences en 1947. Cette compagnie vient de l'inviter à participer à ses travaux comme Membre titulaire. La *Revue générale des Sciences* lui adresse toutes ses félicitations.

RAYMOND FURON.

Colloque International sur la contribution française à l'étude de la flore nord-américaine de 1700 à 1850

tenu du 11 au 14 septembre 1956, sous les auspices du Centre National de la Recherche Scientifique

Ce colloque, dont les Présidents furent MM. les Professeurs A. DUPOUY, de l'Académie des Sciences, Directeur Général du Centre National de la Recherche Scientifique, et Roger HEIM, de l'Académie des Sciences, Directeur du Muséum National d'Histoire Naturelle, et le Secrétaire-organisateur Jean-F. LEROY, Sous-Directeur de Laboratoire au Muséum, s'est tenu à Paris, au Muséum.

Il se composa de séances où furent présentées des communications, d'une excursion et d'un voyage d'étude.

Communications. — Plusieurs de ces communications furent consacrées spécialement à certains botanistes français : J.-G. Milbert et Elias Durand (par Prof. W. J. ROBBINS, New-York) ; Raffeneau-Delille (Jean MOTTE, Montpellier) ; Trécul (Paul Jovet et R. WILLMANN, Muséum, Paris) ; Michel Sarrazin et J.-F. Gaultier (Prof. Jacques ROUSSEAU, Montréal) ; Lamare-Picquot (Mme Dr Grace LEE NUTE, Saint-Paul, Minnesota) ; La Galissonnière (Cl. de BONNAULT) ; Auguste Plée et Bourgeau (Dr Marcel RAYMOND Montréal) ; Bachelot de la Pylaie (Jean F. LEROY, Muséum, Paris) ; Les Michaux et leurs précurseurs (Prof. G. CHINARD, U.S.A.).

Des questions plus particulières furent traitées : Linné, Kalm et l'étude de la flore nord-américaine au XVIIIe siècle (Prof. C. SKOTTSBERG, Stockholm) ; La correspondance de Rafinesque avec A.-P. de Candolle (Prof. Ch. BAHENI, Genève) ; Sources manuscrites conservées au Muséum (Mme G. Duprat, Muséum, Paris).

Parmi les travaux plus généraux, les six derniers s'intéressent particulièrement aux questions forestières : L'activité des premiers

explorateurs français dans le S.E. des Etats-Unis (Prof. J. EWANU Univ. Tulane, New Orleans) ; La contribution française à l'étude des graminées nord-américaines (Mlle A. CAMUS, Muséum, Paris) ; Influence actuelle et passée de F.-A. Michaux sur la foresterie et la recherche forestière en Amérique (Prof. JR. SCHRAMM, Bloomington) ; Carrière et le Traité des Conifères (Prof. H. GAUSSEN, Toulouse) ; Les arbres de l'Amérique du Nord et la foresterie britannique (R.F. WOOD et J.D. MATTHEWS, Farnham, Gr. Bretagne) ; Les grandes étapes de l'introduction des arbres nord-américains en Belgique (A. GALLOUX, Groenendal, Belgique) ; Ce que les jardins et les forêts de France doivent aux forêts américaines (Ph. GUINIER, Dir. hon. Ecole Nat. des Eaux et For.) ; Rôle et importance des essences forestières américaines dans les techniques actuelles de la foresterie française (J. POURTET, Ing. Princ. Eaux et For.).

Excursion. — La Municipalité de Vauréal (S. et O.) reçut les membres du Colloque pour inaugurer une rue François-André Michaux et poser une plaque sur la maison que ce grand botaniste fit construire.

Voyage d'étude. — Le 13 septembre : visite de l'Arboretum des Barres (Nogent-sur-Vernisson, Loiret) ; puis, sous la conduite de son propriétaire, M. de ROCQUIGNY-ADANSON, du célèbre Parc de Balaine (Allier). Ces deux grandes collections d'arbres vivants sont réputées dans le monde entier : bien entendu, les essences d'origine nord-américaine retinrent plus particulièrement l'attention des Congressistes. Le 14 septembre : Parc municipal de Châteauneuf-sur-Loire sous la conduite de M. Raymond CHENAULT et Parc de Rambouillet, y compris celui de la Laiterie de la Reine, avec réception par le Service des Chasses présidentielles.

Les membres nord-américains du Colloque furent surpris du grand nombre d'espèces forestières qui ont été introduites avec succès de leurs pays en France.

Texte des communications et compte rendu de ces réunions feront l'objet d'un volume édité par le C.N.R.S.

Paul JOVET et Robert WILLMANN,
Muséum, Paris.

Le Mouvement Jeunes-Science

La grandeur et la prospérité d'un pays s'expriment par des chiffres, ceux de la production, et par un certain nombre de faits : activité intellectuelle et artistique, qualité des œuvres produites, inventions.

Notre pays qui a été réputé pour son esprit d'invention et sa force de création connaîtrait une crise sans précédent dans son histoire s'il ne parvenait pas à former dans son sein tous les techniciens, les ingénieurs, les chercheurs, les savants dont une nation moderne à le plus impérieux besoin, à moins de s'étioler et de mourir. Or la France ne forme pas assez de chercheurs et de techniciens : il s'en faut de beaucoup. Tout se passe comme si les Français n'avaient pas d'autre but que de devenir des fonctionnaires ou des agents de contentieux. Certes, des fonctionnaires, il en faut, le droit et la connaissance du droit sont nécessaires à une société démocratique, mais il serait vain de parler de démocratie et de rêver au progrès si les ingénieurs, les ouvriers très qualifiés, les techniciens devaient un jour manquer.

L'état veut multiplier les collèges techniques. Il encourage l'étude des sciences. Mais cela ne suffit pas. L'expérience de tous les grands pays montre, qu'à côté de l'étude forcément théorique, abstraite, des sciences dans les établissements d'enseignement, il est indispensable de *passionner* la jeunesse et de lui montrer qu'il existe un lien étroit entre les grandes constructions théoriques des professeurs, la fabrication de tout ce qui est nécessaire à la vie moderne, les questions que chaque homme civilisé se pose sur le comment et le pourquoi des choses.

Le Mouvement Jeunes-Science, fondé il y a quelques mois, veut aider la jeunesse à se *passionner* pour l'étude des sciences. Il veut l'aider à s'orienter vers la connaissance et la recherche. Son but est de couvrir la France d'un réseau de petits laboratoires au sein desquels des *clubs* de jeunes, de toutes origines, referont les expériences fondamentales, apprendront les rudiments de la recherche scientifique, étudieront des thèmes de recherche qu'ils auront choisi ou qui leur auront été proposés. Ce travail concret leur donnera une idée véritable de la science ; ils en connaîtront toutes les applications et apprendront à se servir du matériel des laboratoires et des entreprises.

Le succès de ces clubs en Amérique, en Hollande, en Angleterre, en Russie, au Canada, aux Indes même, fait augurer que les Français, dont on vante souvent l'esprit de découverte, trouveront dans le Mouvement Jeunes-Science une forme d'organisation aussi nécessaire à la vie des jeunes que le sont aujourd'hui les clubs sportifs ou les clubs de disques.

Les jeunes ou les éducateurs intéressés par cette action et qui voudraient d'ores et déjà prévoir la formation d'un club scientifique dans leur localité peuvent écrire à notre revue qui transmettra au Mouvement Jeunes-Science. Ce Mouvement mettra en service, au cours du dernier trimestre 1956, de petits laboratoires pour la jeunesse à Rouen, à Dunkerque, à Angers, à Corbeil, à Bordeaux, à Compiègne ; d'autres suivront.

Réflexions sur le livre de BIRKHOFF : « Hydrodynamics » et sur quelques paradoxes de la physique

Quoique n'étant pas spécialiste de Mécanique des Fluides, j'ai lu avec le plus vif intérêt le livre de Garret Birkoff : Hydrodynamics, dans son texte anglais (Princeton University Press, 1950) et dans la traduction qu'en a donné M. Jorand (Dunod édit). Ce livre contient cinq chapitres :

— Paradoxes hydrodynamiques ;
— Progrès récents de la théorie des surfaces de discontinuité ;
— Modèles réduits et analyse dimensionnelle ;
— Théorie des groupes et mécanique des fluides ;
— Masse virtuelle et théorie des groupes.

Chacun de ces chapitres forme un tout, mais deux idées générales les relient : d'une part la nécessité d'une patiente confrontation de la théorie et de l'expérience pour démêler les phénomènes complexes qu'étudie la mécanique des fluides, d'autre part l'aide apportée à la mécanique des fluides par la théorie des groupes.

Pour illustrer la première idée, G. Birkhoff présente dans la première partie une série de paradoxes, en même temps que les équations de la mécanique des fluides. Sans doute, nulle branche des sciences mathématiques et physiques n'offre plus de paradoxes que la mécanique des fluides. Mais nous voudrions ici leur comparer quelques paradoxes de la physique pure, paradoxes d'approximation, de limite et de symétrie, qui ne sont peut-être pas dépourvus d'intérêt pour l'hydrodynamicien.

Le premier exemple sera emprunté à la théorie des filtres électriques. Par l'association d'éléments non dissipatifs, inductances et condensateurs, on peut réaliser un filtre passe bas, c'est-à-dire un appareil à deux bornes d'entrée et deux bornes de sortie, transmettant sans affaiblissement les courants et les tensions alternatifs dont les fréquences sont peu élevées et atténuant fortement les courants et les tensions de fréquence élevée. Schématiquement, dans un filtre idéal, bande passante et bande atténuée sont contiguës ; l'affaiblissement est infini dans la bande atténuée, nul dans la bande passante, et de plus il s'introduit dans la bande passante une rotation de phase proportionnelle à la fréquence ω. On constate alors (1), par le calcul d'une intégrale de Fourier, que si on applique un signal électrique à l'entrée du filtre seulement à partir de l'instant zéro, on trouve à la sortie du filtre une oscillation qui existe déjà pour les valeurs négatives du temps. L'explication de ce paradoxe est bien connue. La schématisation faite plus haut des propriétés d'un filtre est excessive. L'affaiblissement d'un filtre est donné en réalité par

une fonction analytique de la variable $p = i\omega$, réelle pour p réel, et sans singularité dans le demi-plan Re (p) > 0. On montre alors en toute rigueur qu'il ne peut rien apparaître à la sortie du filtre avant qu'un signal ne soit appliqué à l'entrée. On a donc, selon la classification de Birkhoff, *un paradoxe d'approximation,* qui était dû à une simplification excessive des propriétés du filtre.

Ce paradoxe peut être transposé en optique. A travers un verre coloré ou un spectroscope, une source de lumière devrait être aperçue avant d'être allumée. Cette remarque a troublé certains physiciens comme H. Bouasse, au point qu'ils ont dénié toute signification physique à l'intégrale de Fourier, dont ils reconnaissaient pourtant la validité mathématique (2). En réalité, ce conflit entre les mathématiques et le bon sens n'existe pas. L'explication du paradoxe est la même que pour le filtre, et repose sur la représentation de l'indice et de l'adsorption du verre par une formule du type de Lorentz-Sellmeyer.

$$\frac{n^2 - 1}{n^2 + 2} = \Sigma \frac{C_n}{\omega^2{}_n + 2i\alpha_n\omega_n - \omega^2}$$

avec les constantes C_n, α_n, ω_n positives et $i = \sqrt{-1}$

Remarquons que si le verre contenait des atomes excités, certains coefficients C_n seraient négatifs, comme dans la formule de Kramers-Heisenberg, et l'explication ne serait plus possible. Alors heureusement, il n'y aurait plus de paradoxe, puisque les atomes excités sont eux-mêmes des sources de lumière.

Notre second exemple sera ce que Birkhoff appelle un *paradoxe de limite.* Réunissons par des fils conducteurs deux condensateurs portés à des potentiels différents. Après un temps en général très court, les deux condensateurs se trouvent à un potentiel intermédiaire. La charge électrique est conservée, mais l'énergie électrique a diminué. *Chose remarquable, cette perte d'énergie électrique ne dépend pas de la résistance des conducteurs de jonction* *.

Il n'est pas physiquement absurde de supposer nulle cette résistance. Comment alors de l'énergie peut-elle être dissipée ? La réponse est bien connue : Si la résistance des conducteurs est nulle, et si on évite le rayonnement, il n'y a pas d'état final bien déterminé, mais un régime oscillatoire qui persiste indéfiniment. L'énergie, en se conservant, prend alternativement la forme électrique et la forme magnétique. Ces phénomènes,

* Il n'est peut-être pas sans intérêt de remarquer que, en hydrodynamique, alors que la viscosité joue, par l'intermédiaire du nombre de Reynolds, un rôle très important dans la cinématique de l'écoulement autour d'un solide en mouvement, la force de résistance au déplacement du solide dépend très peu du coefficient de viscosité, quand le nombre de Reynolds varie dans un large intervalle, par exemple 100 à 300.000 pour un cylindre circulaire.

ainsi que les phénomènes réciproques qui se produisent lorsqu'on ouvre brusquement un circuit sont si familiers aux électriciens qu'ils peuvent ne pas y voir un paradoxe. Toutefois on les retrouve, parfois très dissimulés, dans toute une classe de paradoxes que l'on peut appeler « paradoxes de la commutation électrique », dont nous avons nous-même signalé un exemple typique (3).

A juste titre, G. Birkhoff insiste sur *les paradoxes de la symétrie*, en raison de leur importance philosophique et de leur lien avec la théorie des groupes. Si la symétrie des causes doit se conserver dans l'ensemble des effets, il n'en résulte pas que chacun des effets possibles ait la symétrie des causes. L'exemple hydrodynamique le plus classique est celui de la turbulence dans un tuyau cylindrique. Le seul écoulement admettant la symétrie des données est l'écoulement laminaire de Poiseuille. Mais pour des nombres de Reynolds supérieurs à 2.000, l'écoulement devient turbulent et la distribution instantanée des vitesses T_0 ne possède plus la symétrie des hypothèses. Le principe de symétrie est pourtant sauf, car il exige seulement la possibilité de mouvements $T\alpha$ équivalents à T_0, à la rotation près de l'angle α autour du tube.

Une analogie mathématique très suggestive a été proposée par M. G. Bouligand (4). C'est la recherche des courbes du plan uv, telles que l'intégrale

$$\int \sqrt[4]{(du^2 + m^2dv^2)\,(m^2du^2 + dv^2)}$$

prise entre l'origine et un point A de la première bissectrice soit stationnaire. Pour de petites valeurs de m, il y a une solution unique constituée par le segment OA. Pour de grandes valeurs de m, cette solution est supplantée par une ligne polygonale avec une large indétermination. La symétrie des données est satisfaite seulement par l'existence de solutions symétriques deux à deux par rapport à la première bissectrice.

Le paramètre m ressemble ici au nombre de Reynolds dans l'écoulement turbulent d'un fluide. Ainsi tout système de données symétriques n'a pas nécessairement une solution symétrique stable et des causes à peu près symétriques ne produisent pas nécessairement des effets symétriques. Il serait facile de multiplier les exemples mathématiques *.

Un exemple mécanique particulièrement simple est l'équilibre d'un œuf sur sa pointe ; disons plutôt l'équilibre d'un solide pesant homogène en forme d'ellipsoïde de révolution sur un plan horizontal. Si l'ellipsoïde est allongé, la position d'équilibre conservant la symétrie de révolution est instable : il y a une

* Voir par exemple G. Bouligand : Sur certaines équations f (x, y, z, p, q) = 0, *Gazetta di Matematica*, n° 43, Lisboa, 1950.

infinité d'équilibres indifférents dans lesquels l'ellipsoïde repose sur un point de son équateur.

L'exemple physique le plus intéressant est sans doute l'existence des molécules isomères optiques. La disposition des noyaux dans une molécule est liée aux fonctions propres, solutions d'une équation de Schrödinger. Or cette équation est invariante dans une symétrie S par rapport à l'origine des coordonnées. Si la fonction propre correspondant à l'énergie minimum est unique, (à une équivalence près par rapport au groupe des rotations) la molécule doit admettre un plan de symétrie et ne peut pas posséder de pouvoir rotatoire. Mais s'il existe deux fonctions propres pour cette valeur de l'énergie, ces fonctions doivent se transformer l'une dans l'autre par la symétrie S et correspondent à des molécules optiquement isomères (5).

Discuter les trois derniers chapitres du livre de Birkhoff consacrés aux nombreuses applications de la théorie des groupes à la mécanique des fluides appellerait de trop longs développements. Signalons que le chapitre III justifie *l'analyse inspectionnelle* dont l'analyse dimensionnelle est une forme un peu primitive, où l'on omet d'expliciter les lois physiques à la base d'un problème. G. Birkhoff prouve qu'elles ne sont au fond qu'une application particulière de la notion de groupe de transformation. Le chapitre IV montre l'aide que cette notion de groupe apporte dans l'intégration des équations différentielles et des équations aux dérivées partielles de la mécanique des fluides. Le chapitre V, qui fait appel à la théorie de Lie, établit que le mouvement continu d'un fluide parfait autour d'un solide Σ est celui d'un système lagrangien sans énergie potentielle. Il en résulte, d'une part l'expression des forces et des couples nécessaires pour entretenir un mouvement permanent de translation et de rotation de Σ dans le fluide, d'autre part l'accroissement apparent de l'inertie de Σ provenant de l'entraînement du fluide.

S'il fallait une conclusion à cette étude, nous l'emprunterions au livre de Birkhoff : « Nous espérons que la réalisation d'une communauté d'esprit entre la Physique moderne et la Mécanique des fluides amènera les physiciens à porter un intérêt plus grand aux problèmes de Mécanique des Fuides, tant théoriques qu'expérimentaux. »

MAURICE COTTE,
Professeur à la Faculté des Sciences de Poitiers.

BIBLIOGRAPHIE

(1) K. KÜPFMÜLLER, Elektrische Nachrichten Technik, *5*, p. 18 (1928).
(2) H. BOUASSE, Propagation de la lumière, p. 197 et suivantes, Delagrave, Paris, 1925.
(3) M. COTTE, Théorie du modulateur en anneau, *Bulletin de la Société Française des Electriciens*, 6e série, tome 2, p. 42-59, 1942.
(4) G. BOULIGAND, Principes de l'Analyse géométrique, tome 1, p. 388, Vuibert, Paris, 1949.
(5) M. BORN, Elementare Quantenmechanik, p. 257-258, Springer, Berlin, 1930.

Le développement de la spectroscopie hertzienne en France et le groupement d'informations mutuelles A. M. P. E. R. E.

par René FREYMANN,
Professeur à la Faculté des Sciences de Rennes.

I. — La spectroscopie hertzienne.

La spectroscopie a joué, tant du point de vue théorique que du point de vue technique, un rôle considérable dans le développement de la physique et de la chimie, — et aussi de la biologie —. Dans le vaste domaine des ondes électromagnétiques, la spectroscopie avait largement exploré les régions des rayons X, de l'ultraviolet, du visible et de l'infrarouge. Par contre, jusqu'à ces dix dernières années, la spectroscopie hertzienne en était encore aux balbutiements.

Avant 1945, ce vaste domaine, qui va des ondes kilométriques aux ondes millimétriques (et, à la limite, à quelques centaines de microns) n'avait guère été utilisé que pour des mesures, à fréquence fixe, du moment électrique des molécules (données fort précieuses d'ailleurs pour le chimiste). Citons tout au plus le travail des pionniers que furent Cleeton et Williams : en 1934, ils découvrirent l'absorption par inversion de l'ammoniac, vers 1 cm de longueur d'onde ; ce phénomène (dont nous ne parlerons plus, malgré son intérêt théorique) est lié au passage, dans NH_3, de l'atome d'azote de part et d'autre du plan des hydrogènes.

Mais c'est essentiellement au développement, pendant la guerre, des techniques électroniques et radar qu'est dû le rapide essor, depuis 1945, de la spectroscopie hertzienne : *en quelques années, une dizaine de phénomènes distincts furent découverts !* Aussi croyons-nous utile de classer tout d'abord les effets fondamentaux, en laissant toutefois de côté un certain nombre d'entre eux, pourtant fort intéressants : effet Lamb-Retherford de l'hydrogène. - Absorption par inversion de l'ammoniac. - Absorption ferromagnétique électronique. - Pouvoir rotatoire hertzien. - Biréfringence magnétique hertzienne, effet Coton hertzien, etc... Nous retiendrons donc seulement * :

---

* Pour les techniques utilisées en ondes centimétriques, voir J. Le Bot, *Revue Générale des Sciences* 1948, 55, 129.

1°) L'*absorption dipolaire de Debye* (A. D. D.). Elle caractérise les *molécules ou ions* en groupes, dans un *solide* (ou un liquide) ; elle requiert la mesure de la constante diélectrique complexe dans tout le domaine compris entre les ondes kilométriques et les ondes centimétriques et pour des températures comprises entre 4° et 400°K environ (exemples : défauts de réseau de l'oxyde de zinc ; étude de l'eau absorbée à la surface des solides, etc...).

2°) L'*absorption par rotation de la molécule* (A. R. M.). Elle se rapporte à la molécule *isolée*, donc aux *gaz* sous faible pression ; elle explore le domaine compris entre l'infrarouge lointain et les ondes ultrahertziennes de quelques centimètres (exemples : ICl ; CH_3Cl, etc...).

3°) L'*absorption par résonance paramagnétique électronique* (R. P. E.). Elle caractérise la présence d'*électrons* non appariés dans l'*atome* (ou d'électrons piégés dans le réseau cristallin) ; les mesures se font, pour les solides ou solutions, à 3 cm (ou 1,25 cm) de longueur d'onde (exemples : sels de manganèse ; charbon ; radicaux libres, etc.).

4°) Les *absorptions par résonance paramagnétique nucléaire* (R. P. N.) *et par résonance quadrupolaire nucléaire* (R. Q. N.). Ces deux effets se rapportent au *noyau de l'atome*. La première (R.P.N.), d'origine *magnétique*, s'étudie en ondes hectométriques ou décamétriques, pour les solides ou solutions (exemples : A) Etude en physique nucléaire du spin des noyaux. B) Par l'étude de la structure fine, très importantes applications en analyse chimique minérale ou organique). Le second effet (R. Q. N.), d'origine quadrupolaire *électrique*, s'étudie dans l'ensemble du spectre, en fonction de la fréquence, pour les solides notamment (exemple : étude de l'ionicité des liaisons dans les composés organiques halogénés).

II. — Les recherches françaises sur la spectroscopie hertzienne.

La plupart des phénomènes que nous venons de citer ont été découverts, de 1945 à 1949, à l'étranger : la France avait subi, du fait de l'occupation, un arrêt quasi total des recherches sur ces sujets. Depuis dix ans, ce retard a été comblé grâce aux efforts de l'industrie, des laboratoires universitaires, des laboratoires d'Etat. Nous pensons qu'il n'est pas inutile de donner ici un tableau d'ensemble de l'activité française actuelle dans ce domaine :

L'industrie française a réalisé, depuis 1945, de très nombreux appareils, notamment dans le domaine des ondes centimétriques : tubes émetteurs, dispositifs détecteurs, ponts et

appareils divers de mesures. Citons notamment les Sociétés suivantes, en nous excusant d'omissions involontaires : Compagnie Générale de T. S. F. ; Compagnie Française Thomson-Houston ; Société Philips ; Société Radio-Industrie ; Laboratoires Dervaux ; A. M. E. P. ; etc... La qualité des appareils mis au point atteint et souvent dépasse les meilleures réalisations étrangères. Ajoutons que les applications pratiques de la spectroscopie hertzienne commencent à révolutionner les techniques radioélectriques classiques : emploi de gyrators, mesures précises des champs magnétiques par résonance paramagnétique nucléaire ; contrôle automatique des champs magnétiques par servomécanisme liés à des dispositifs de résonance...

⁂

Pour exposer brièvement les travaux (généralement d'ordre théorique) des laboratoires universitaires et des laboratoires d'Etat, nous examinerons successivement les divers phénomènes cités plus haut.

1) *Absorption dipolaire Debye.*

En 1925, M. Granier (Faculté Sciences Montpellier), en 1934, MM. Abadie (Laboratoire National Radioélectricité Paris) et Girard (Institut Physico-Chimie Biologique Paris) avaient abordé l'étude de ce phénomène dans l'ensemble du spectre hertzien (eau, alcools, etc.). Avec de nombreux collaborateurs, ils développent aujourd'hui ces recherches sur les liquides et solides (substances polymérisées ; amidon ; poly-alcools, etc.) ; signalons qu'à la Faculté des Sciences de Strasbourg, MM. Sadron et H. Benoît s'intéressent à des problèmes analogues relatifs aux grosses molécules.

Comme les précédents, les travaux de pionnier que M. Guillien effectua vers 1940, à Bellevue, ouvrirent la voie aux études modernes sur les solides (changements de phase des sels d'ammonium, des aluns, etc. ; étude des mélanges de solides). M. Guillien et ses collaborateurs poursuivent actuellement ces travaux à Sarrebruck et Nancy, en s'orientant notamment vers le perfectionnement des techniques.

Mais c'est surtout après la guerre que les laboratoires français firent faire de grands progrès à ce type de recherches. Le laboratoire de Chimie Physique (Paris), sous l'impulsion de MM. Bauer et Magat, apporta une contribution considérable : recherches de MM. Powles et Philipps sur les hydracides ; réalisations techniques de M. Bruma ; étude des alcools liquides et solides ; relation avec le problème de la liaison hydrogène (Mmes Dalbert et Reinisch ; M. Brot). L'esprit des recherches dirigées par M. Arnoult à la Faculté des Sciences de Lille est

voisin du précédent : grâce aux techniques nouvelles mises au point notamment par M. Lebrun et par M. Liebaert, c'est vers l'étude de l'état liquide (alcools notamment) que s'est dirigé ce laboratoire où d'importants résultats ont été obtenus.

Utilisant notamment une technique originale qu'il avait mise au point à Paris avant la guerre, M. Jean Benoît et ses collaborateurs (M. F. Mayer...) ont développé à Grenoble, en relation avec M. Néel, un important centre de recherches : mise au point de nouvelles techniques de mesure, notamment en ondes centimétriques. Etude de substances magnétiques (ferrites ; gyrators), etc. C'est également aux propriétés magnétiques que s'est intéressé M. Epelboin au laboratoire de Physique Enseignement (Paris) (il a examiné aussi le problème des électrolytes).

C'est uniquement à l'étude des solides que s'attachent M. Freymann et ses collaborateurs à la Faculté des Sciences de Rennes. La réalisation de nouveaux montages (ondes centimétriques : méthode du bâtonnet de MM. Le Bot et Le Montagner. Ondes kilométriques : condensateur de M. Giquelais permettant les mesures jusqu'à 4°K, avec irradiation lumineuse) a eu pour objet l'extension des mesures non seulement vers les ondes centimétriques, mais aussi vers les très basses températures. Ceci a permis de découvrir les relations entre l'absorption dipolaire Debye et les défauts de réseau des solides semi-conducteurs du type ZnO (Mme M. et R. Freymann, M. Meinnel, Mlle M. et M. B. Hagène, Mlle Blanchard) ; l'influence de la lumière sur les propriétés diélectriques du sélénium, du sulfure de zinc a été également examinée. Les travaux de M. Jean Le Bot et de M. Waldman (eau absorbée sur les solides), de M. Le Montagner (changements de phase des sels d'ammonium ou des ferro-électriques) apportent des renseignements nouveaux sur la structure de l'état solide.

2) *Absorption par rotation moléculaire.*

Cette question est relativement peu étudiée en France, malgré une très belle réussite technique, à la C.F.T.H., de MM. Matricon et Roubine (spectromètre utilisant un klyston à fréquence réglable) ; heureusement, les beaux travaux que M. Wertheimer effectue sur les gaz, au C. N. E. T., font bien augurer de l'avenir : cette technique qui a fait l'objet de nombreux travaux à l'étranger constitue un intéressant procédé analytique(un peu analogue à celui du spectromètre de masse).

Citons, à propos de l'étude des gaz, les recherches dans un domaine un peu différent : l'étude des gaz excités en ondes centimétriques auxquels s'intéressent M. Janin et ses collaborateurs à la Faculté des Sciences de Lyon.

3) *Résonance paramagnétique électronique.*

C'est au Laboratoire de Physique de l'Ecole Normale Supérieure — que dirige M. Y. Rocard — que furent effectués en France les premiers travaux sur les résonances. Divers chercheurs ont abordé avec M. Grivet le problème de la R. P. E. ; actuellement, Mlle Berthet poursuit sous sa direction, au Laboratoire d'Electronique et Radioélectricité (Fontenay-aux-Roses), des travaux dans ce domaine (M. Bassompierre y étudie des problèmes théoriques relatifs à la R. Q. N.).

Les travaux effectués au Laboratoire de M. Lucas, à l'Ecole de Physique et de Chimie de Paris par M. Combrisson, puis M. Uebersfeld, montrent tout le parti que l'on peut tirer de la R. P. E. : étude des radicaux libres, des substances irradiées à la pile, étude des charbons, etc...

Un montage de R. P. E. est mis au point à Rennes par M. Jean Le Bot.

4) *Résonance paramagnétique nucléaire et Résonance quadrupolaire nucléaire.*

C'est également le Laboratoire de Physique de l'Ecole Normale Supérieure qui a apporté une contribution fondamentale à l'étude de la R. P. N. et de la R. Q. N. Comme l'a fait remarquer M. Kastler (Cahiers de Physique, janvier 1956), il y a « deux groupes de procédés de détection des résonances hertziennes : ceux qui sont basés sur l'altération de l'onde (ou des propriétés du circuit oscillant entretenant cette onde) et ceux qui sont basés sur l'altération de la matière sous l'influence de la résonance ».

Pour les procédés basés sur l'*altération de la matière* sous l'influence de la résonance, on connaissait la méthode cinétique du physicien américain Rabi ; une nouvelle méthode optique a été conçue et mise au point par M. Kastler et M. Brossel, avec divers collaborateurs (Blamont, Winter...) : cette voie originale et féconde de la résonance magnéto-optique continue à faire l'objet des travaux de cette équipe à l'Ecole Normale Supérieure.

— Les procédés basés sur l'*altération du circuit* (R. P. N., R. Q. N.) ont été développés sous l'impulsion de M. Grivet, puis de M. Soutif, avec de nombreux chercheurs : MM. Ayant, Buyle-Bodin, Dautreppe, Dreyfus, Gabillard, Lurcat, Paulevé, Seiden... Comme l'a rappelé M. Grivet dans une conférence du 5e Colloque A.M.P.E.R.E., à Genève, cette équipe a permis à la France de jouer un rôle très important dans le développement des recherches sur la R. P. N. et la R. Q. N. Ces travaux continuent d'une part, au Laboratoire d'Electronique et de Radioélectricité de M. Grivet, d'autre part au Laboratoire de M. Soutif, à Grenoble.

Les techniques de R. P. N. et de R. Q. N. passeront bientôt des mains du physicien à celles du chimiste ou même du biologiste : procédés analytiques, étude de l'ionicité des liaisons, etc. Elles sont également très précieuses pour l'étude du noyau de l'atome et ceci explique l'intense activité du « groupe de résonance » animé, depuis quelques années, au Commissariat à l'Energie Atomique, à Saclay, par M. Abragam, avec la collaboration, notamment, de M. Combrisson.

5) *Pouvoir rotatoire magnétique dans le spectre hertzien.*

C'est encore à l'Ecole Normale Supérieure que Mme Soutif a étudié le pouvoir rotatoire magnétique de composés minéraux alors que le pouvoir rotatoire magnétique des ferrites est examiné aux laboratoires de M. Jean Benoît, à Grenoble, et de M. Guillaut, à Bellevue. C'est dans un domaine voisin que se poursuivent activement à la Faculté des Sciences de Bordeaux les travaux de M. Servant et ses collaborateurs (MM. Breton, Charru, Loudette) qui ont étudié notamment, en ondes centimétriques, le pouvoir rotatoire résultant de modèles mécaniques macroscopiques et observé l'effet Cotton hertzien ; citons également les recherches de M. Raoult (Faculté des Sciences de Clermont-Ferrand) et les recherches techniques sur l'emploi des gyrators par M. P. Marie (C.N.E.T.).

6) *Problèmes de Physique du Globe et de Radioastronomie.*

L'étude de la propagation des ondes hertziennes est liée à quelques-unes des questions dont nous venons de parler. Citons donc les beaux travaux de MM. Kahan, Vassy et leurs collaborateurs (O. N. M. et Faculté des Sciences Paris) relatifs à l'étude de la Physique de l'atmosphère : étude des gaz ionisés ou non ionisés.

Quant à la Radioastronomie (étude des émissions hertziennes provenant du soleil ou de sources stellaires lointaines) elle est brillamment représentée en France par l'équipe de l'Ecole Normale Supérieure dirigée par M. Rocard, avec la collaboration de M. Dennisse et de nombreux chercheurs.

III. — Le Groupement A.M.P.E.R.E.

Nous avons dit quel était, en 1945, l'handicap des chercheurs français dans ce domaine de la spectroscopie hertzienne. Les recherches se poursuivaient alors de façon dispersée, en divers points de France, les spécialistes n'ayant entre eux aucun contact ou presque. Or, c'est un lieu commun que de dire que les recherches deviennent de plus en plus un travail d'équipe ; et ceci est

particulièrement vrai pour la spectroscopie hertzienne où, utilisant des techniques analogues, il était indispensable que les chercheurs confrontent leurs idées.

C'est ce qui a amené M. Rocard à proposer en 1950 la création d'un groupement d'informations mutuelles des chercheurs français spécialisés dans le spectre hertzien. C'est à partir de 1951 que ce groupement se développa, animé d'abord par des chercheurs de l'Ecole Normale Supérieure, de Bordeaux, de Grenoble, de Lille, de Rennes, de Sarrebruck. Il prit le nom de Groupement A.M.P.E.R.E., ce sigle désignant le but des recherches poursuivies : Atomes et molécules par Etudes Radio-Electriques, mais rappellant surtout le nom du précurseur français de la découverte des ondes hertziennes : on sait que c'est Ampère et Faraday qui ouvrirent la voie à Maxwell et Hertz.

Le premier mode de liaison entre chercheurs fut la création d'un Bulletin d'Informations Mutuelles. Il fit « l'inventaire » des chercheurs français intéressés, donna des renseignements sur les travaux des diverses équipes, publia des informations sur les Congrès relatifs à la spectroscopie hertzienne.

Mais il était indispensable que les chercheurs français puissent se rencontrer, échanger leurs points de vue, se renseigner sur les techniques utilisées par leurs collègues, discuter leurs résultats : ce travail d'équipe constituait le procédé le plus efficace pour accélérer le développement des travaux. C'est ce que comprit le Centre National de la Recherche Scientifique, son Directeur, M. Dupouy, et le Chef du 5e Bureau, M. Rivière : le C. .N. R. S. se proposait justement à cette époque d'organiser des réunions de personnes travaillant dans une même direction. Le premier Colloque A.M.P.E.R.E. servit donc de « banc d'essai » ; il eut lieu du 24 au 27 février 1952, à Paris, à l'Ecole Normale Supérieure, groupant une trentaine de physiciens ; les participants furent unanimes à reconnaître l'efficacité de telles rencontres et, depuis, les réunions furent annuelles, avec l'appui du C. N. R. S., de la Société Française de Physique, de la Société des Radioélectriciens.

En janvier 1953, le second Colloque fut organisé par M. J. Benoît, à Grenoble, sous la direction de M. Néel ; il fut centré plus particulièrement sur les relations entre magnétisme et ondes hertziennes ; un numéro spécial des *Annales* de l'Institut Polytechnique de Grenoble rassembla les publications présentées. Le Colloque de 1954 se tint à Paris, à l'Ecole Normale Supérieure et les communications furent publiées par les soins de la Société des Radioélectriciens dans l'*Onde Electrique*, 1955 ; dès ce colloque, se produisit un phénomène qu'il était aisé de prévoir : de telles réunions, prévues primitivement pour rassembler les chercheurs français, s'étendirent à des chercheurs de pays de langue française, puis aux pays européens : parmi une centaine de membres du Groupement A.M.P.E.R.E. on comptait déjà, en 1954, une

vingtaine de participants étrangers. En 1955, la réunion n'eut pas lieu en province comme il avait été prévu primitivement, mais à Paris ; en effet, M. L. de Broglie avait organisé un séminaire de physique théorique sur la Spectroscopie des Radiofréquences ; il voulut bien accepter que ce séminaire soit lié au Colloque A.M.P.E.R.E. des 23, 24 et 25 mai 1955 (l'ensemble est paru aux Cahiers de Physique, 1955).

En 1956, la réunion du Groupement A.M.P.E.R.E. prit un caractère « européen » ; sur l'invitation de nos amis suisses, la réunion se fit à Genève, du 21 au 23 mars, sous la direction du Professeur Extermann, Directeur de l'Institut de Physique. Grâce au dévouement de notre compatriote, M. Bené, grâce à l'aide efficace de M. Denis et de nombreux chercheurs suisses, le colloque eut un grand succès : à l'occasion du 10e anniversaire de la découverte de la résonance paramagnétique nucléaire, M. Extermann avait invité d'éminents spécialistes des spectroscopies hertziennes : MM. Extermann (Genève), Giulotto (Pavie), Gorter (Leyde), Grivet (Paris), Losche (Leipzig), Ogg (Standford), Townes (Columbia), firent l'historique des travaux de leur pays respectif. Plus de cent cinquante chercheurs, anglais, allemands, belges, français, hollandais, italiens, suisses, sarrois, ainsi que plusieurs américains participèrent aux discussions et cinquante donnèrent un résumé de leurs travaux. Soulignant le caractère européen de cette réunion (où la langue française fût la langue officielle), il fût décidé que les travaux des Colloques seraient désormais publiés dans la revue « Archives des Sciences de Genève » qui, selon l'expression de M. Bené, animateur de cette réalisation, devient le « toit » du colloque A.M.P.E.R.E. *. Il a été également décidé à Genève que les réunions auraient lieu désormais alternativement en France et dans un pays européen : c'est à Saint-Malo-Rennes que doit se tenir le Colloque A.M.P.-E.R.E. 1957.

En terminant cet aperçu sur le développement récent de la spectroscopie hertzienne en France, on peut se réjouir du chemin parcouru depuis dix ans : après le temps d'arrêt 1940-1945, notre pays a réussi à apporter des résultats fondamentaux nouveaux dans ce domaine et à occuper une position de pointe qui fait bien augurer de l'avenir.

René FREYMANN.

*On peut se procurer le numéro spécial de cette Revue à l'Institut de Physique de l'Université de Genève (25 francs suisses).

INVENTION RATIONNELLE, DÉCOMPOSITION DES SYSTÈMES PHYSIQUES [1]

par Paul RENAUD

Les calculs de physique présentent presque toujours un sens préférentiel, celui qui va d'un système dont la forme F est donnée vers la connaissance de ses diverses propriétés P. Le calcul en sens inverse est possible dans quelques cas, par exemple quand le calcul de F vers P étant déjà fait, l'ensemble se trouve fonction de quelques paramètres. Pour obtenir les propriété P correspondant à une valeur des paramètres, il suffit de calculer la forme F correspondant à cette valeur des paramètres.

En général, c'est par une intuition que l'inventeur doit remonter des propriétés P_1, qu'il doit obtenir pour satisfaire un désir D_1, jusqu'à la forme F_1 qu'il cherche. Il ne dispose pas d'une méthode de calcul.

L'Invention Rationnelle est une activité de l'esprit qui a pour but d'élargir le domaine dans lequel les calculs permettent de remonter d'un lot de propriétés P_2 à l'ensemble des formes F_2, capable de les présenter et de satisfaire par là un désir exprimé D_2.

Bien entendu, si la physique a négligé ce sens des calculs, c'est qu'ils sont particulièrement difficiles. On doit s'attendre à rencontrer une longue série de difficultés très instructives.

Il existe un très bel exemple partiel d'Invention Rationnelle, c'est le calcul de la structure des cristaux : la diffraction des rayons X par les cristaux est une propriété P que l'on sait déduire de la forme F de la structure d'un cristal. Le calcul inverse s'est fait longtemps par tâtonnements.

Plusieurs milliers de structures ont été déterminées de cette manière. La collectivité scientifique mondiale y a consacré plusieurs milliers d'années de travail individuel. Une méthode rationnelle s'est dégagée peu à peu qui permettra bientôt de calculer directement des structures, même complexes, à partir d'un lot choisi de clichés.

---

(1) Ce travail apporte des développements à une note récente : *Rationalisation de l'Invention I. Définition des éléments de dissymétrie. C. R. Ac. Sc.*, t. 236, p. 668-670, 1953.

Si on réussissait à faire consacrer plusieurs milliers d'années de travail à des inventions de plus en plus rationnelles, on mettrait sur pied une discipline assez parfaite pour réaliser des inventions aujourd'hui impossibles.

Au cours d'une série d'expériences, on a dégagé de la complexité des faits, un certain nombre de directives précises. Des conditions de stabilité de la solution, analogues aux conditions de « stabilité des propositions » de M. Bouligand obligent à rechercher, pour la solution à obtenir, la simplicité maxima. On démontre qu'elle correspond à un rendement maximum, analogue à celui de la machine reversible de Carnot (1).

C'est donc faire œuvre utile en la matière que de traiter au préalable la question de la simplicité des systèmes physiques qui domine toute leur représentation. C'est pourquoi nous avons traité d'abord de la définition et de la justification (2) d'une échelle de simplicité. Nous allons montrer que cette question de la simplicité définit en partie la notion de vérité et détermine le choix de nos représentations physiques au point de nous permettre de choisir « les vraies ». Nous étudierons alors une représentation des systèmes physiques (appareils) qui interprète les montages et démontages.

C'est par un exemple que nous montrerons comment les concepts de vérité et de simplicité sont tellement liés dans notre esprit qu'il est difficile de les distinguer.

On sait que l'on peut représenter la surface du globe terrestre, approximativement sphérique, au moyen d'une série de cartes planes, qui sont des transformées de cette surface, tantôt par inversion, tantôt par projection de Mercator, tantôt par projection cylindrique sur plans tangents, etc..., beaucoup de correspondances sont utilisées. Nous choisissons ces représentations suivant nos besoins.

Essayons d'étendre cette conception tolérante à la représentation de l'univers. Celui-ci est formé d'un certain nombre de points qui remplissent un certain espace.. Toutes les transformations de cet espace permettront de le représenter. Celles qui sont biunivoques et conservent les angles et les connexions sont avantageuses. Considérons la transformation de l'univers classique par inversion par rapport au centre de la terre. Dans cette représentation l'extérieur de l'univers est inconnu si ce n'est par quelques sondages. A la surface de la terre rien n'est changé. L'intérieur contient l'ensemble de toutes les étoiles, les galaxies, dites lointaines étant groupées près du centre. Les lois de la physique sur la croûte terrestre ne sont pas changées, des courbures apparaissent à des distances déjà

(2) *Revue générale des Sciences*, tome LXII, Nov.-Déc. 1955, p. 328.

grandes pour nous. La lumière visible est courbée, comme les ondes de la T. S. F., dans les zones inaccessibles. La vérification de la coïncidence avec un axe de rotation, qui se fait sur moins d'un mètre, est toujours satisfaite.

Les rayons cosmiques arrivent peut-être alors en ligne droite des étoiles. Nous n'avons pas de raisons d'admettre que parmi toutes les longueurs d'ondes la lumière seule, qui nous donne nos principaux renseignements, se propage en ligne droite pendant des milliers d'années lumière. Ce devrait être les rayons cosmiques pénétrants qu'il conviendrait de prendre pour définir les droites.

Il n'existe aucune loi physique qui ne puisse être traduite dans cette représentation particulière en changeant convenablement le ds^2 de l'espace classique. Par conséquent aucun argument physique expérimental ne peut nous imposer une représentation plutôt que l'autre.

Le seul argument qui milite pour la représentation habituelle est un argument de simplicité. En plus d'une satisfaction de soulagement pour le calculateur, il entraîne notre conviction qui définit en dernière analyse la notion de vérité. Les vieilles représentations de la terre immobile étaient très voisines de celle obtenue par cette inversion, au moins au point de vue de leur « inexactitude ».

Avec notre système classique, les équations du mouvement des planètes deviennent simples. On peut dire que l'on sacrifie à l'idole simplicité quand on admet une représentation préférentielle de l'univers qui est infiniment grande alors que nous pouvons lui donner des dimensions finies.

C'est la même raison qui nous fait adopter une représentation sphérique de la terre plutôt que la multitude des cartes qui la représentent point par point. Des questions d'équivalence de surfaces interviennent qui sont des relations de simplicité. Elles suffisent à entraîner notre conviction de « vérité » qui n'a pas d'autre définition.

Ainsi nous ne considérons pas la simplicité comme un accessoire de la pensée scientifique, mais comme l'un des principaux facteurs d'action intellectuelle dans la définition de la « vérité ».

L'impulsion qui nous a conduit à définir une échelle de simplicité est plus abstraite, mais aussi impérieuse, c'est le besoin de définir les éléments simples de la physique, au moyen desquels on construit la représentation des êtres et des phénomènes physiques.

Cette question est posée spirituellement par Jean Perrin dans son livre sur « Les éléments de la Physique », elle est seulement dans le titre.

Visiblement, pour lui, comme pour beaucoup de physiciens, on peut représenter le monde et construire certaines de ses parties, en associant un certain nombre d'êtres E_1, E_2..., E_n dont le comportement a été reconnu dans un certain nombre de cas. Ces êtres associés à des symboles distincts doivent être distincts, chaque symbole étant associé à un type déterminé et non à un être isolé.

En les associant entre eux suivant certaines règles à déterminer on doit obtenir l'ensemble de la physique moderne. Deux problèmes se posent aussitôt :

1°) Que mettre dans la case E_i ?

2°) Combien faut-il de cases E_i, à quoi est égal n ?

Ce problème peut être présenté sans aucune croyance métaphysique à une « réalité » particulière : désireux d'utiliser la richesse de représentation fournie par l'analyse combinatoire, les physiciens l'ont appliquée plus ou moins instinctivement. Peut-on codifier l'ensemble de la représentation ainsi obtenue ? Dans quelle mesure cette représentation peut-elle s'étendre à l'ensemble de toute la physique ?

Avec une partie de ces E_i et leurs combinaisons on obtient la représentation d'un très grand nombre d'êtres existants et d'un bien plus grand nombre d'êtres possibles.

La recherche de la valeur de n est un problème dont il ne saurait être question tant que la personnalité des E_i ne sera pas définie d'une manière satisfaisante. On sait qu'il n'existe pas de définition parfaite, c'est-à-dire infiniment précise, mais il existe des approximations successives.

L'ensemble des E_i bien reconnus constitue « les éléments de la physique » au moyen desquels on peut représenter le nombre considérable des systèmes physiques parfaitement identifiés. La « science conquérante » chère à Jean Perrin, est celle qui alterne les analyses qui définissent les E_i et les synthèses qui les associent. Le seul ensemble bien connu de la « population physique » est constitué ou reconstitué par synthèse. Celle-ci joue sur des éléments dont beaucoup sont bien connus mais dont la délimitation n'est pas encore bien connue. Des millions d'inventions plus ou moins partielles ont été faites qui sont autant de synthèses. Leur ensemble constitue un arsenal où puisent les grands constructeurs pour assembler les chaînes modernes de construction.

La carence de nos connaissances vis-à-vis de ces règles d'assemblage fait que l'intuition joue le rôle essentiel dans la conception de ces synthèses, tandis que le calcul y joue un rôle accessoire. L'intuition assemble en imagination des pièces connues. Le calcul intervient seulement pour vérifier que les ordres de grandeur en présence peuvent se marier raisonnable-

ment. C'est alors que l'expérience fournit la série des brouillons qui détermine si les propriétés des divers assemblages répondent à ce que l'on attend d'eux. En général des interactions se présentent. Dès que l'on s'écarte un peu des réalisations habituelles, la moindre réalisation comporte au moins une dizaine de paramètres de construction, ce qui est très peu. Il est exceptionnel que l'esprit humain puisse envisager toutes les relations que présentent entre elles un nombre fini de pièces, à tous les points de vue que la physique envisage, sauf s'il s'agit de deux ou trois pièces simples. L'expérience permet l'étude des interactions prévues et non prévues.

Les constructeurs avisés cherchent à assembler des pièces dont les qualités ont été longuement éprouvées. Cette méthode réduit le nombre des expériences nécessaires pour identifier les interactions que l'on appelle des « mécomptes ».

Pour ces raisons, en Invention ou en Synthèse, le rôle des brouillons est primordial. Grâce à eux l'esprit humain peut échapper à l'une de ses plus redoutables impuissances. Nous avons montré (2) que, pour échapper à son impuissance naturelle, l'homme amplifie ses moyens d'action, par le concept d'identité. Il lui permet de reproduire un grand nombre de fois un système qui lui convient. La répétition d'une action soigneusement étudiée est la base de toutes les grandes entreprises ou fortunes modernes.

D'une manière parallèle, l'opération brouillon, nous libère de notre impuissance à calculer *a priori* toutes les interactions que pourront présenter, à de multiples points de vue, un nombre fini de pièces dont les combinaisons deux à deux sont pratiquement innombrables.

Cette magnifique opération brouillon est aujourd'hui considérée comme une tare de la recherche, dont on ne parle pas. Aucune théorie n'en a été faite bien qu'elle puisse être extrêmement féconde. On dit volontiers que les « mises au point » sont très coûteuses et très longues, mais on ne cherche pas les directives qui faciliteraient cette difficile besogne.

Tandis qu'un nombre croissant d'hommes de science se penche sur les réalisations de l'homme préhistorique, aucun ne se préoccupe de cette magnifique œuvre de l'esprit que représente l'opération brouillon considérée comme un effort d'adaptation de l'esprit à la matière.

La connaissance des conditions d'assemblage des éléments physiques entre eux fournira des directives précieuses sur leur personnalité. En effet, si une personnalité à haute symétrie, comme celle d'un élément, présente une stabilité de présence plus grande que celle d'une quelconque de ses associations, son emploi doit faciliter par là même l'opération brouillon. De même

qu'une proposition stable peut seule être utilisée en physique, de même, un système stable présente de grands avantages pour l'opération brouillon. La curiosité scientifique que représente l'étude du montage et du démontage des systèmes physiques prendra rapidement l'aspect raisonnable d'une discipline utile.

L'opération brouillon — ou mise au point — donne des arguments en faveur de la décomposition des systèmes physiques en une série d'éléments E_1..., E_i..., E_n soigneusement identifiés dont l'emploi soit commode et qui soient très accessibles, même s'ils dépendent de plusieurs paramètres, comme l'élément chimique dépend du paramètre poids.

Pour que le choix des E_i soit unique, il faut ajouter une condition de simplicité qui limite ce choix. Condition avantageuse, les éléments simples sont maniables sur le plan intellectuel et stables sur le plan expérimental. Mais pour les tester, il faut une échelle de simplicité (2), celle qui utilise les répétitions des symétries multiples et de la haute symorphie.

Des éléments physiques dits « de dissymétrie » se définissent directement de la manière suivante (1) :

Partant de l'espace homogène et isotrope, on fait apparaître progressivement des imperfections à sa haute symétrie. On obtient une série de cas dont chacun présente encore une haute symétrie et constitue un des matériaux de construction que l'on assemble pour la construction des systèmes divers.

Ces raisonnements sont étayés par les conceptions de Pasteur et surtout de Curie relatives aux dissymétries. Ils explicitent la tendance générale des physiciens à dégager des phénomènes élémentaires à haute symétrie.

Cette large base expérimentale s'ajoute à la modeste base de nos expériences personnelles qui, elles, nous ont orienté vers ces conceptions et que nous avons exposées antérieurement.

Il convient, en effet, d'être prudent en matière d'abstractions.

Chacune d'elle doit être étayée sur une convergence de faits expérimentaux. Chaque mot doit être associé à une multitude de faits présentant une partie commune que ce mot exprime.

Le mot défini de la sorte possède un vaste domaine de correspondance expérimental. Son rôle est d'établir dans notre esprit une dissymétrie dans les possibilités : celles qui lui sont associées et celles qui ne le sont pas. Si on associait à un seul mot tout ce qui existe, son usage serait inutile. Quelle fraction des possibilités faut-il associer à chaque mot pour qu'une langue atteigne son maximum d'efficacité, c'est une question qui sera primordiale dans la science à venir, aujourd'hui elle est prématurée, peut-être seulement parce qu'on ne connaît pas la réponse.

La fraction des possibilités qui correspond à l'expression « éléments de dissymétrie » est considérable et justifie qu'on la précise.

Une autre base expérimentale très large vient étayer le concept d'association ou de combinaison des éléments du type E_1. La synthèse de leurs combinaisons qui, il y a peu de temps, était une réalité physique correspondant à la découverte de un ou deux petits « trucs » intéressants, cette synthèse s'est haussée progressivement jusqu'à devenir une réalité dominante qui oriente aujourd'hui les mœurs des peuples et demain conditionnera leur survie.

Pour définir ses propriétés essentielles nous rassemblons les principaux renseignements aptes à nous guider. Un guide précieux a été défini avec précision par M. Georges Champetier dans son traité des « éléments de la chimie ». Il montre que « le » génie de Lavoisier se libérant des fausses abstractions et des » hypothèses issues seulement de l'imagination a enfin permis » de jeter les bases de la Chimie moderne en revenant à la saine » observation expérimentale ».

Fidèle disciple de Condillac pour qui une science était avant tout une « langue bien faite », Lavoisier s'est efforcé de réaliser une « nomenclature chimique » dont chaque mot ait une correspondance expérimentale sérieuse. C'est cette étude de la langue chimique qui a fait écarter l'aimable et vague phlogistique et remplacer les quatre poétiques éléments des alchimistes par les éléments modernes.

Notre impuissance à construire à nous seul toute la science est aussi certaine que le « Je pense, donc je suis ». Elle crée le besoin qu'a la science de constituer une nomenclature exacte dont la correspondance avec l'expérience soit reproductible et interprétable. L'obligation de s'exprimer par mots discontinus comporte une longue série de conséquences. L'une d'elle est qu'il est commode de décomposer les systèmes en un certain nombre d'éléments divers que l'on désigne par des mots.

En mathématiques, on associe souvent à un seul mot des êtres variables dépendant d'un ou de plusieurs paramètres. Cependant ils possèdent une personnalité précise, comme le cercle ou l'ellipse, malgré des aspects multiples. La décomposition des êtres mathématiques en éléments simples se fait surtout pour l'enseignement. On pourrait la rapprocher de la théorie des groupes si celle-ci se souciait de rechercher l'être le plus simple et l'opération la plus simple qui permet de construire un groupe donné.

Le besoin de simplicité de l'élément s'impose en physique pour réaliser des constructions économiques avec un bon rendement. Ce besoin, en mathématiques, n'apparaît que dans l'en-

seignement où il rend la compréhension meilleure et accroît le rendement.

Dans le domaine physique la connaissance des « éléments physiques simples » favorise la compréhension de leur association en vue d'une synthèse, par exemple pour l'Invention Rationnelle.

Dans le domaine chimique la fécondité de ce point de vue a été poussée à une perfection admirable jusqu'à la constitution du tableau de Mendeleiff et la reconnaissance des divers isotopes. Les textes montrent que ce sont les conceptions de Condillac et de Lavoisier qui ont conduit l'humanité vers cet ensemble de magnifiques découvertes. Certains y joignent, avec raison, une influence de l'idolatrie cabalistique. Les alchimistes avaient l'habitude d'associer des symboles à certaines substances. Comme beaucoup d'idolâtres et comme nous le faisons tous peu ou prou, ils leurs attribuent un sens plus profond que celui qu'ils y avaient primitivement attaché. Ce symbolisme prenait pour eux un sens supérieur à une simple représentation. Ainsi s'est perpétué l'usage des symboles d'éléments auxquels un usage séculaire a donné un sens précis, conforme aux directives de Lavoisier. On discutait encore sur la manière de définir les éléments chimiques et sur leur sens expérimental bien après la découverte de Mendeleiff et celle des isotopes et même après celle du numéro atomique expérimental.

Ceci prouve que la « continuelle épreuve de l'expérience » ne suffit pas à éviter toute marge d'imprécision comme on le pensait au temps de Lavoisier. Celle-ci se réduit progressivement sous l'influence d'efforts séculaires.

Si on en croit Lavoisier, même en ne conservant que les faits donnés par la nature, « il faut de plus » réduire le raisonnement à des opérations si simples, à des jugements si courts » qu'on ne perde jamais de vue l'évidence qui sert de guide ».

C'est qu'un langage n'est pas seulement une correspondance exacte entre les mots et l'expérience, connue par quelques-uns. Il faut qu'il soit adopté par un nombre important d'individus. Les expériences et les raisonnements qui lui donnent un sens doivent être connus par le grand nombre et être par conséquent d'un type courant.

Un exemple illustrera ce fait important.

Il était une fois un petit chimiste inconnu qui travaillait avec sa femme dans un appentis misérable. Il faisait la joie de ses collègues aux séances de la Société de Physique. N'avait-il pas imaginé de reconnaître la présence d'un élément chimique d'après l'apparition d'un courant électrique extrêmement faible, pour ne pas dire imperceptible. Il le reconnaissait à l'électromètre et tout le monde sait qu'en approchant seulement la main du conducteur, l'électromètre fait des bonds. Il avait bien pris

des précautions, mais qui peut prouver la fidélité d'un électromètre ? En tous cas seules les variations d'un être aussi imperceptible qu'instable, un microcourant lui fournissaient un argument ultrafaible pour affirmer la présence d'un élément et nouveau, s'il vous plaît. Et tous de rire, non sans raison, d'une telle naïveté... « Qu'il l'isole, son élément, et on commencera à y croire. »

S'il avait été seul, son argument lui aurait suffi et personne, sauf lui, n'aurait jamais cru ces histoires, mais le diable lui avait donné une femme plus sensible aux sarcasmes et le pauvre malheureux se lança dans d'immenses travaux pour réunir son point de vue : la vision prophétique à très faible concentration au point de vue classique, la reconnaissance de l'élément à grand pourcentage de présence. Alors seulement on connut la gloire de Pierre et Marie Curie.

Ainsi pour interpréter beaucoup de faits au moyen d'un arsenal restreint d'éléments et de raisonnements simples, on s'attache de préférence aux données expérimentales simples. Un autre point important de cette étude est le suivant : dans le cas des éléments chimiques, si on substitue dans le tableau des corps simples flaconnables une combinaison binaire à l'ensemble de ses deux éléments constituants, on obtient encore un ensemble de corps flaconnés qui permet — théoriquement — de reconstituer tous les composés chimiques, bien que le nombre de ces pseudo-éléments soit diminué de un. La notion de simplicité est donc primordiale dans la définition des éléments tels que E_1. C'est pourquoi nous avons d'abord construit une échelle de simplicité qui permet de classer les êtres physiques (2).

Pour définir cette simplicité, on travaille sur la représentation de l'élément, qui elle, possède une symétrie vraie. De la même manière en chimie, il n'existe pas de corps simple sans aucune trace d'impuretés et l'on considère un être idéal l' « élément chimique » dont le corps simple expérimental se rapproche avec une forte concentration de présence.

Ceci admis, pour étudier à ce point de vue la décomposition et la synthèse des systèmes physiques, on en éparpille les différentes parties et ultérieurement on reconstitue leurs liaisons de manière à retrouver les propriétés primitives.

Cette décomposition suivie de reconstitution a un sens expérimental d'autant plus simple qu'aucune liaison importante n'aura été rompue sans pouvoir être reconstituée. Bien entendu cela laisse une marge d'interprétation qui dépend des moyens dont on dispose pour faire la synthèse, mais cette marge est assez légère pour que le gros phénomène simple soit considéré comme constitué par un démontage suivi d'un assemblage, le tout sans qu'il y ait un arbitraire considérable. Cette opération est analogue aux opérations chimiques d'analyse immédiate et de synthèse partielle.

En chimie ce sont des disciplines déjà anciennes dans lesquelles les gros phénomènes sont admis, quand se présente une légère difficulté, chacun sait comment l'interpréter.

Dans une discipline nouvelle on a intérêt à associer cette alternance analyse-synthèse immédiate à un vaste groupe d'expériences bien connues. On a un excellent exemple dans les « pièces détachées » d'automobiles. L'échange d'une pièce neuve contre une pièce défectueuse dont la première répond aux normes tandis que la seconde n'y répond plus, montre bien comment se fait la décomposition. Le fait que l'on ne change pas le fil rompu d'une bobine, mais la bobine entière, la plaque sulfatée d'un accumulateur, mais l'accumulateur lui-même, l'un de ses éléments, mais tout l'ensemble, correspond à des raisons physiques profondes qu'il est bon d'étudier de près pour comprendre le mécanisme analyse-synthèse en physique. La connaissance de ces règles est précieuse pour pratiquer l'invention rationnelle.

Ces systèmes partiels, qui sont ainsi mis en évidence par cette analyse immédiate physique, présentent de grandes analogies avec les systèmes chimiques appelés composés définis. La grandeur des paramètres qui entrent dans leur constitution n'est pas quelconque, ils sont calculés les uns par rapport aux autres, et leur stabilité expérimentale a été en général soigneusement examinée au cours de longs essais. Les systèmes stables retiennent particulièrement l'attention. Non seulement l'association des grandeurs qui les définit n'est pas quelconque, mais en général, les conditions de bon fonctionnement exigent qu'elles varient peu autour du point de l'espace paramétrique qui a été choisi.

Les raisons impérieuses d'économie stricte imposées par la grande série exigent un calcul serré du rendement maximum par rapport aux matériaux employés.

Des ensembles physiques complexes, comme les voitures ou les avions comprennent un nombre considérable de paramètres de construction, cependant un très petit pourcentage de ces grandeurs, peuvent être modifiées sans que l'on soit obligé d'en modifier simultanément un très grand nombre d'autres.

Ces propriétés rappellent beaucoup celles des composés définis dans lesquels les quantités de chacun des éléments présents sont dans des proportions définies. On dispose juste de très petites variations que sont les impuretés et d'un paramètre unique qui est le poids global.

Dans les systèmes physiques définis ou harmonisés, on dispose juste de quelques paramètres libres sur les milliers qui les constituent.

Les systèmes biologiques présentent des propriétés analogues. C'est ainsi que l'humanité a pu parcourir de très nombreux siècles sans prendre conscience des phénomènes électriques,

cependant que les innombrables contractions musculaires sont commandées par eux. On a mis en évidence en effet — récemment — que les phénomènes électriques qu'elles font apparaître sont égaux à ceux qui, de synthèse, suffisent à les produire. Mais leur utilisation est si parfaite qu'il n'en reste pratiquement aucun résidu extérieur.

D'une manière moins précise mais plus générale, la notion de stabilité des espèces illustrées par Cuvier montre une coordination profonde de tous les innombrables paramètres contenus dans les êtres vivants qui sont harmonisés entre eux. Leurs grandeurs relatives ne peuvent être quelconques.

Les propriétés de décomposition et de synthèse des êtres physiques présentent donc en plus d'un aspect chimique, un aspect physique qui, comme le premier, s'étend jusqu'en biologie. Les expériences de Carel sur la survie des organes détachés, illustrent également ce point de vue, ouvrant l'ère de l'analyse immédiate physique en biologie où, depuis longtemps, l'analyse immédiate chimique a fourni de précieux renseignements.

Cet ensemble de propriétés de décomposition et de synthèse physiques se présente dans tous les domaines comme un point de vue particulier.

Les pièces homogènes et informes ont des propriétés peu intéressantes à côté des pièces structurées qui, par construction présentent des propriétés remarquables et fidèles. Quelles qu'elles soient, on peut toujours les compliquer de mille manières, par exemple, par des dessins superficiels, parfaitement inutiles, mais qui compliquent leur définition. Pour sauvegarder le rendement par rapport à la construction, on cherchera soigneusement la complexité minima ou la symorphie maxima, compatible avec leur fonctionnement. Ce maximum de simplicité, compatible avec leur rôle, les définit complètement.

Très souvent la pièce présentant le maximum de simplicité est unique et définie avec un paramètre de grandeur, si elle est la première construite, elle est complètement définie si elle doit être mariée avec une pièce déjà construite.

L'ensemble théorique représentant les décompositions et recompositions des systèmes physiques est bien calqué sur l'expérience. Il sera nécessaire d'imiter les chimistes en attribuant un symbole aux différents éléments physiques et en décrivant leurs propriétés à l'état simple et leurs principales combinaisons. C'est alors seulement qu'il sera raisonnable de les classer et de les compter.

Le concept d'élément physique, ainsi dégagé des faits, précise déjà ce que Jean Perrin désignait comme « éléments de la physique ».

Le rôle du maximum de symétries compatibles avec un phénomène donné apparaît dans l'œuvre des grands auteurs qui

ont enseigné la physique. Tous présentent successivement chacun des phénomènes de base sous sa forme la plus claire et la plus simple, avec son maximum de symétries, en somme à l'état pur. Dans les exposés très clairs comme ceux de Bruhat, chaque phénomène est présenté à un moment donné avec sa simplicité maxima.

On envisagera deux listes : celle contenant les « éléments » d'accumulateurs, de piles, de bobines, d'interrupteurs, etc..., qui correspondent à une subdivision pratique. Une autre liste comportera les éléments de dissymétrie qu'il est nécessaire d'assembler pour obtenir ces « éléments » pratiques. Ces éléments de dissymétrie qui présentent tous une symétrie élevée sont en général homogènes, soit dans un espace, soit sur un plan, soit sur une droite. Ce sont eux qui jouent un rôle analogue aux corps simples qui s'associent en proportion convenable pour fournir les composés définis.

Chacun d'eux peut être considéré comme une rupture de l'homogénéité parfaite de l'espace en présence de matière ou de champ.

Nous ne prétendons pas donner ici la liste des dissymétries de base qui servent à la constitution de tous les systèmes physiques. Il faudrait refaire la physique. Nous donnerons seulement quelques exemples typiques.

Les anciens traités enseignaient la physique au moyen de descriptions d'appareils accompagnés d'explications. Les traités modernes (Bruhat) partent du phénomène élémentaire pour remonter aux appareils obtenus par synthèses.

Cette évolution montre que la notion d'élément physique tend à s'imposer. L'exposé analytique ne peut démontrer l' « existence » du phénomène élémentaire, car il s'agit d'une représentation commode, mais conventionnelle. Choisie parmi une quantité de possibilités, pour des raisons sentimentales, elle ne devient rationnelle que si on décide d'utiliser systématiquement les propriétés des systèmes à symétrie maxima et à haute simplicité.

Dans la note où nous avons défini l'élément de dissymétrie (1) sans savoir que la logique nous acculerait à le considérer comme un des éléments physiques, nous avons donné un nombre très limité d'exemples. Nous en ajouterons quelques-uns.

L'optique géométrique considère comme phénomènes élémentaires la propagation rectiligne, qui a les symétries d'une droite orientée, la réflexion qui a une symétrie encore élevée et une symorphie très élevée et la réfraction. Avec ces trois phénomènes élémentaires associés à la géométrie des surfaces, on constitue presque toute l'optique géométrique. Remarquons que la surface matérielle élémentaire avec laquelle on construit les surfaces optiques est la sphère, non parce qu'elle est com-

mode au point de vue théorique (c'est une bonne approximation des surfaces commodes), mais parce que sa haute symorphie, par la superposition de tous ses éléments permet de la construire par l'usure de deux surfaces l'une contre l'autre. Ces éléments de surfaces réalisés grâce à leur haute symorphie, avec la précision que permet les solides, sont combinés entre eux dans la mesure où ils sont biosculateurs aux surfaces théoriquement intéressantes.

C'est un bel exemple d'éléments matériels réalisables grâce à leur haute symétrie que l'on substitue à des éléments calculables parce qu'ils donnent des résultats simples. On l'obtient en établissant un contact aussi élevé que possible entre les systèmes théoriques et pratiques.

Cette méthode très efficace revient souvent en physique : on applique la réalité sur le calcul, puis on réapplique le calcul sur la réalité au moyen de termes correctifs. C'est un bel exemple d'adaptation de l'intelligence humaine aux faits réels complétée par l'adaptation des faits à la représentation calculable.

Le Bruhat — électricité — nous présente bien d'autres exemples de synthèse à partir de phénomènes élémentaires à symétrie élevée. Partant du schéma élémentaire de deux masses électriques qui s'attirent suivant la loi de Coulomb, on déduit par le calcul les propriétés des potentiels et des flux électrostatiques. Cet ensemble est construit avec un seul élément nouveau ajouté à la géométrie classique. L'auteur dit : « Nous n'indique-» rons pas de vérification expérimentale directe de la loi de » Coulomb que nous considérons comme une hypothèse fonda-» mentale vérifiée par la vérification de l'ensemble de ses » conséquences. Les expériences de Coulomb (1704), quelle que » soit leur importance historique, sont trop peu précises pour » pouvoir servir de base à toute une théorie ; il est impossible de » réaliser deux masses électriques ponctuelles isolées dans » l'espace. »

En réalité nous sommes en présence d'une représentation telle que, quels que soient les faits, ils donneront toujours un ensemble cohérent parce que l'on introduira les êtres nécessaires pour les interpréter. Elle n'en est pas moins précieuse parce que les êtres à introduire présentent une symétrie élevée. Le véritable problème serait de savoir si, considérés dans leur ensemble, ils présentent la symétrie maxima.

L'une des principales raisons du succès de la loi de Coulomb n'est donc pas tant son exactitude (puisqu'elle est invérifiable dans les conditions où on l'exprime et que ses « vérifications » exigent des interprétations complémentaires), que son aspect élémentaire à hautes symétries et hautes symorphies, bien adapté aux faits à représenter. La symorphie élevée de cet élé-

ment joue dans ce succès un rôle considérable, comme dans le cas de la réflexion ou de la réfraction.

Un phénomène du même type se présente pour la représentation des phénomènes de conduction au moyen de la loi d'Ohm. On peut toujours définir une résistance au moyen de cette loi et par conséquent quels que soient les faits, ce sera toujours une représentation acceptable. C'est sa haute simplicité qui la rend précieuse pour représenter les faits.

En résumé on voit qu'en adjoignant à la géométrie classique des éléments relativement simples, comme :

— la propagation en ligne droite de la lumière, la réflexion, la réfraction, la loi de Coulomb et la loi d'Ohm, on arrive à écrire des traités de physique d'une dimension respectable et à représenter un immense complexe expérimental.

Savoir s'il existe des phénomènes élémentaires, des phénomènes composés, des systèmes élémentaires, des systèmes complexes définis et non définis ou bien les classer pour déterminer combien il en existe exactement, sont deux problèmes différents. On a droit à un peu de patience quand on examine de pareilles questions, les chimistes nous l'ont montré. Le traité élémentaire de chimie de Lavoisier est de 1789. La classification de Mendeleiff est de 1869. En admettant une classification aussi rapide de la physique que de la chimie, nous avons jusqu'à l'année 2026 pour fournir cette classification.

Pour ce qui est de la correspondance avec les isotopes, rien n'indique que l'analogie aille aussi loin, mais ce n'est pas impossible. Leur existence correspond à une marge physique dans une classification chimique. La réciproque ne serait pas absurde.

Nos méthodes de représentation agissent beaucoup sur la classification des faits. Il est très difficile de discerner entre les propriétés qui proviennent de l'expérience et celles qui sont dues au choix des représentations. On sait depuis peu (3) que la conservation de l'énergie dans le cas des systèmes à un paramètre provient du choix de nos représentations, ce qui est très normal. Le fait de découper chaque continuum des possibilités présentant plusieurs centaine de mille paramètres en une nuée d'espaces associés aux différents mots a forcément des répercussions, mais lesquelles ?

Nous terminerons en montrant que ces considérations, bien qu'à leur début, présentent déjà d'importantes applications.

Soit un ensemble de sciences expérimentales. Par principe ces sciences différentes $\gamma S_1, S_2, S_3$ construisent leurs représentations avec un certain nombre d'éléments distincts d'une science à l'autre, telles que l'électricité, l'optique, etc... Nous associerons

(3) *Comptes Rendus* 243, 1956, p. 24.

à chacune d'elles une colonne du tableau suivant. Une étude de ces sciences par laboratoire spécialisé donnera des travaux attachés à une même colonne.

S_1	S_2	S_3
A	C	E
B	D	F

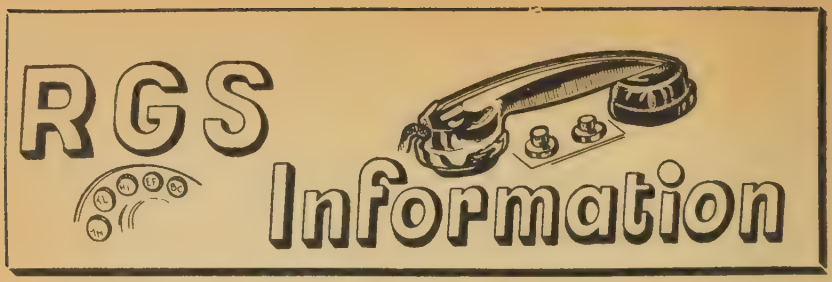
Les éléments d'une même colonne seront associés entre eux de mille manières jusqu'à l'obtention de combinaisons très compliquées.

Au contraire l'association d'éléments de colonnes différentes restera exceptionnelle.

Même leurs combinaisons simples ne seront pas envisagées et ce sera une perte sérieuse.

Si donc il existe une tendance à créer des laboratoires spécialisés, commodes pour l'entretien et le choix de l'outillage, il convient de l'équilibrer par une tendance à créer des œuvres d'interscience. Le résultat peut être obtenu aisément en créant des collaborations de spécialistes affectés à des disciplines variées. Par ces contacts, les deux disciplines correspondantes doivent alternativement être enrichies de points de vues, nouveaux pour l'une, anciens pour l'autre. On sait que, aujourd'hui, les œuvres intersciences sont relativement rares, il convient de faire effort pour les multiplier, conformément aux directives de M. Bouligand.

Paul RENAUD.



NOMINATIONS

PARIS (Sorbonne). — Messieurs HENNEQUIN, MAITTE et BIGORGNE sont nommés respectivement Chefs de Travaux de Méthodes mathématiques, de Chimie structurale et de Chimie.

M. André CAILLEUX est nommé Chargé de Cours de Sédimentologie à la faculté des Sciences et Chef de Travaux à l'Institut de Géographie.

PARIS (C.A.M.). — Monsieur René AUDUBERT est nommé titulaire de la chaire d'Electrochimie du Conservatoire National des Arts et Métiers.

BESANÇON. — M. MESNAGE, Professeur à titre personnel est nommé dans la chaire de Chronométrie.

BORDEAUX. — M. RISS, Maître de Conférences détaché à l'Etranger est nommé Maître de Conférences de Calcul des Probabilités.

M. SOURIE, M. ROBIN et M. MARCHAND sont nommés Maîtres de Conférences de Zoologie, de Physique et de Mathématiques dans le cadre de l'Institut des Hautes Etudes de Dakar.

M. SENTIS est nommé Chef de Travaux de Mathématiques.

GRENOBLE. — M.TREHIN, Doyen de la Faculté des Sciences de Rennes est nommé Recteur de l'Académie de Grenoble.

M. LIBOUTRY est nommé Maître de Conférences de Physique.

LILLE. — M. DEHEUVELS, Chargé d'Enseignement, est nommé titulaire de la chaire de Calcul différentiel et intégral.

LYON. — M. JAFFARD est titularisé dans ses fonctions de Maître de Conférences.

MONTPELLIER. — M. ANGELLOZ, Recteur de l'Université de la Sarre, est nommé Recteur de l'Académie de Montpellier.

M. LAURENT et M. BUTTERLIN sont nommés Maîtres de Conférences de Chimie et de Géologie et détachés comme Maîtres de Conférences de l'Enseignement Supérieur à l'Etranger.

M. BONNET est nommé Chef de Travaux. (Suite p. 363)

Illusions de la philosophie expérimentale au XVIII[e] siècle

par Jean MAYER.

A partir de l'Encyclopédie et des textes scientifiques du temps, je me propose de montrer à cette époque une tendance évolutive de la Science expérimentale : les hypothèses et les systèmes, en faveur jusqu'en 1750, sont ensuite sévèrement bannis, en principe : mais, en fait, savants et philosophes gardent le goût des mythes métaphysiques, comme le prouve la *Statue animée*, reconstitution *a priori* de la psychologie humaine, qui finit par anticiper curieusement sur la psychologie moderne.

Rendant compte du livre de J. Torlais sur Réaumur, Daniel Mornet écrivait dans la *Revue d'Histoire littéraire de la France*, en 1937 : « Le livre de M. Torlais me persuade qu'il faut diminuer, chez les encyclopédistes, la part de l'esprit expérimental pour accroître celle de l'esprit spéculatif » (1). S'il s'agissait de la première moitié du siècle, cette opinion se passerait de démonstration. L'activité scientifique intense qui se déploya de 1680 à 1750 prenait rarement la forme expérimentale. Les meilleurs expérimentateurs sont souvent des naturalistes d'occasion, comme Leeuwenhoek ou Trembley. Par contre, ceux qui font profession de cultiver les sciences délaissent la réalité pour construire sur des bases insuffisantes des systèmes ingénieux et chancelants : qu'on songe aux nombreuses *Théories de la Terre* dont quatre, celles de Burnet, Whiston, Woodward et Scheuchzer, émergent de l'oubli grâce aux critiques de Buffon ; qu'on songe aux multiples théologies naturelles, théologies des Insectes en particulier, qui soulevaient l'indignation du naturaliste et provoquaient les critiques de Diderot.

Mais au cours de ce demi-siècle la science expérimentale gagne du terrain, grâce à des savants comme Réaumur, l'abbé Pluche, l'abbé Nollet ; grâce aussi à l'Académie des Sciences, dont le programme comportait principalement des séries d'observations et d'expériences à faire en physique, en chimie, en anatomie, en sciences naturelles. Que ce programme ait été mal rempli, parce qu'il dépassait les possibilités et les connaissances de l'époque, il n'en demeure pas moins comme un idéal et une indication de la méthode à suivre. A l'étranger, la Société Royale de Londres et l'Académie des Sciences de Berlin poursuivent une tâche analogue. L'expérience a ses apologistes, tel Musschenbroek, dont Boureau-Deslandes vulgarise la *Physique* ; l'union de ces autorités scientifiques jette le discrédit sur les faiseurs

d'hypothèses, les systémateurs comme on les nommait alors. Au milieu du siècle, Buffon et Diderot fondent la science expérimentale sur une méthode rigoureuse. Le premier, dans son Discours *De la manière d'étudier et de traiter l'Histoire Naturelle,* critique l'esprit de système qui se manifeste dans les classifications et conseille d'observer la nature sans préjugés. L'application évidente de ces critiques au *Systema naturæ* de Linné provoque la brouille définitive entre les deux naturalistes. Dans sa *Théorie de la Terre,* Buffon discute les systèmes cosmogoniques de ses prédécesseurs ; dans le *Discours sur la nature des Animaux,* il raille avec humeur les théologies des abeilles : « une mouche ne doit pas tenir dans la tête d'un naturaliste plus de place qu'elle n'en tient dans la Nature ; et cette république merveilleuse ne sera jamais aux yeux de la raison, qu'une foule de petites bêtes qui n'ont d'autre rapport avec nous que celui de nous fournir de la cire et du miel. Ce n'est point la curiosité que je blâme ici, ce sont les raisonnements et les exclamations (...) c'est la morale, c'est la théologie des insectes que je ne puis entendre prêcher » (2). Diderot, dans ses *Pensées sur l'interprétation de la Nature,* condamne moins rigoureusement les hypothèses ; mais il rejette avec la même force que Buffon les explications finalistes en sciences. Les premiers volumes de l'*Encyclopédie* ont déjà ébauché cette philosophie expérimentale.

C'est réduire de beaucoup la portée de la critique encyclopédiste que de l'imaginer uniquement dirigée contre la tradition catholique : les études faites sur le *Dictionnaire des Sciences et des Arts* à l'occasion de son deuxième centenaire, ont remis en lumière la richesse et la jeunesse du grand ouvrage. Les encyclopédistes ont consacré d'importants efforts à développer chez leurs lecteurs le sens de la critique scientifique. Certes leur athéisme est foncier, encore qu'il ne faille pas généraliser. Dans son livre *Diderot and Descartes,* Vartanian prétend que l'athéisme des philosophes, répliquant à l'intolérance des théologiens, n'était qu'un moyen d'émanciper la science et ne faisait pas partie intégrante de leur métaphysique (3). C'est sans doute forcer la note ; mais le but scientifique de l'Encyclopédie nous paraît avoir été plus important, aux yeux mêmes de ses directeurs, que le but antireligieux. La documentation renfermée dans le Dictionnaire provient presque entièrement de compilations ; pourquoi s'en étonner ? Ce n'est pas dans un dictionnaire qu'on enfouit des découvertes. Mais les observations et les conseils qui suivent les descriptions forment l'esprit du lecteur à la science expérimentale. Dès le premier volume, Diderot entreprend avec ardeur cet enseignement. Il faut apprendre à douter, d'abord : le fruit appelé *Arara de Clusius* fait merveille contre les ulcères invétérés ; mais on le connaît mal et, remarque Diderot, « il faudrait aussi s'assurer si le fruit a cette propriété ». On doit ensuite apprendre à décrire : l'*Aguaxima* est une plante du Bré-

sil et des îles de l'Amérique méridionale. Transcrivant cette définition, Diderot ajoute : « Voilà tout ce qu'on nous en dit ; et je demanderais volontiers pour qui de pareilles descriptions sont faites. Ce ne peut être pour les naturels du pays, qui vraisemblablement connaissent plus de caractères de l'*aguaxima* que cette description n'en renferme, et à qui on n'a pas besoin d'apprendre que l'*aguaxima* naît dans leur pays ; c'est comme si l'on disait à un Français que le poirier est un arbre qui croît en France, en Allemagne, etc. Ce n'est pas non plus pour nous ; car que nous importe qu'il y ait au Brésil un arbre appelé *aguaxima*, si nous n'en savons que le nom ? A quoi sert ce nom ? il laisse les ignorants tels qu'ils sont ; il n'apprend rien aux autres. » En sciences naturelles surtout la description doit être caractéristique de l'objet : c'est ce qu'enseigne l'article *Acarnan*, où nous lisons : « ACARNAN, Poisson de mer dont il est parlé dans Athénée, Rondelet et Aldrovande. On prétend qu'il est diurétique, de facile digestion, et très nourrissant. Mais il y a mille poissons dont on peut en dire autant, et qui peut-être ne sont pas mentionnés dans Athénée, et ne s'appellent pas *acarnan*. » L'objectivité et le ton mesuré laissent clairement paraître le persiflage de la fausse érudition. En toute circonstance, Diderot conseille de s'en rapporter à l'expérience et il écrit une addition à l'article *Cadavre* pour recommander la dissection et faire campagne contre les préjugés et les obstacles qui la rendent difficile et presque impraticable. Enfin il fait la guerre au merveilleux, que ce soit en théologie comme dans le célèbre article *Agnus Scythicus*, ou dans le domaine scientifique, comme dans l'addition qu'il fait à l'article *Crapaud*. Pour marquer son scepticisme, il répète volontiers, comme un refrain, la citation d'Horace : « Credat judaeus Apella, non ego ». D'autres auteurs se joignent à lui ; l'article *Crise*, de Bordeu, donne les conseils d'un grand clinicien : « L'observateur ou celui qui pourrait fournir des observations bien faites, ne serait point à ce compte celui qui se contenterait de dire, *j'ai vu, j'ai fait, j'ai observé* ; formules avilies aujourd'hui par le grand nombre d'*aveugles de naissance* qui les emploient. Il faudrait que l'observateur pût prouver ce qu'il avance par des pièces justificatives, et qu'il démontrât qu'il a vu et su voir en tel temps ; ce serait le seul moyen de convaincre les pyrrhoniens, qui n'ont que trop le droit de vous dire : *où avez-vous vu ? comment avez-vous vu ?* et qui plus est encore, *de quel droit avez-vous vu ? de quel droit croyez-vous avoir vu ? qui vous a dit que vous avez vu ?* »

Les *Pensées sur l'interprétation de la Nature* font la synthèse de ces conseils scientifiques. Parallèlement les tomes de l'*Histoire Naturelle* frayent la voie de la science positive. Buffon enseigne par la critique et par l'exemple l'exactitude en sciences. Il relève beaucoup d'erreurs chez Linné, bien entendu, et chez ses élèves ; il montre également le manque de soin ou même

l'inexactitude volontaire d'autres auteurs, en particulier Seba dans son *Cabinet d'Histoire naturelle.* Buffon est l'un des premiers à enseigner la critique des sources.

Très rapidement ce didactisme expérimental porte ses fruits. Les systèmes scientifiques, bienvenus et considérés comme nécessaires dans la première moitié du siècle, sont condamnés comme des spéculations stériles ; le mot de Newton, *hypotheses non fingo,* mal entendu par les newtoniens, devient une devise et une consigne. Il faudrait pouvoir citer tous les auteurs qui proscrivent les hypothèses : Deslandes, Condillac dans son *Traité des systèmes,* d'Alembert dans l'article *Expérimental* de l'Encyclopédie, et tous les panégyristes de Baçon, comme Saverien et Deleyre. Au Jardin du Roi, Rouelle, dans ses leçons de chimie, s'emporte contre les physiciens spéculatifs, contre Lémery, « zélé cartésien », et contre les absurdités enfantées par le besoin d'expliquer » (4). Même le fantaisiste et chimérique Robinet, dans son livre *De la Nature,* se réclame de l'expérience et affecte de bannir toute conjecture : « Mon dessein n'est pas de discuter ce que les Anciens et les Modernes ont écrit de la Génération. Je laisse toutes les hypothèses pour ce qu'elles sont ; admirant dans les unes le génie de l'inventeur, dans les autres la hardiesse de l'imagination : ici la force de l'analogie, ailleurs l'exactitude, la confiance et la délicatesse des observations ; mais ne voyant souvent que des théories tissues moins par l'amour du vrai que par l'esprit de système, l'ombre décevante de la vérité prise pour elle-même, et quelquefois une confiance entière dans les opinions les plus vaines » (5). On sait pourtant combien ses prétentions sont peu fondées ; mais en déclamant contre les systèmes il suit la mode. Il faut que des savants et des philosophes emploient leur autorité à modérer ce courant de défiance et à faire valoir les droits de l'hypothèse en sciences. Une fois de plus l'Encyclopédie, à l'article *Hypothèse,* mettra la question au point.

On pourrait donc croire au triomphe définitif de l'expérience, si l'on s'en rapportait seulement aux déclarations de principes glanées dans des œuvres scientifiques ; mais dans la pratique les plus scrupuleux des savants de l'époque sont encore pleins d'illusions et leur crédulité nous surprend parfois. L'Encyclopédie, malgré ses leçons d'esprit critique, accueille sans réserves beaucoup d'invraisemblances : témoin l'article *Crâne* où Jaucourt rapporte avec confiance l'histoire ahurissante de cette femme blessée à la tête, qui demandait l'aumône dans la moitié de crâne que cette blessure lui avait enlevée. Spectacle touchant, ajoute l'auteur qui cite ses sources, en l'occurence les Mémoires de l'Académie pour l'année 1700.

Les exemples nombreux d'une telle crédulité montrent que la méthode de la science positive manque encore de sûreté : les savants apprennent à leurs dépens combien sont pénibles et lents

les chemins de l'expérience. En attendant, leur impatience se satisfait de spéculations auxquelles ils prêtent une allure faussement expérimentale. Au début de son *Telliamed*, Benoît de Maillet décrit la cloche à plongeur que son philosophe indien a confectionnée pour observer le fond de la mer près des côtes. On ne peut guère croire à la réalité de cette expérience ; elle pose des problèmes bien difficiles pour la technique de l'époque ; et l'auteur, en romançant le compte rendu qu'il en donne, ne nous dispose guère à y ajouter foi ; de toute façon, les conséquences qu'il en tire dépassent de beaucoup les résultats qu'on est en droit d'en attendre. Les savants les plus attachés à l'étude objective des faits subissent la tentation de philosopher ; l'exemple de Buffon est célèbre. Rouelle, malgré son dédain pour les physiciens raisonneurs, donne dans son cours une théorie de la Terre et discute à son tour les hypothèses de Buffon.

Cette persistance du goût pour les spéculations s'explique très naturellement : Diderot a montré dans ses *Pensées sur l'interprétation de la Nature* combien l'expérimentation exigeait de patience. Il faut interroger longuement la nature et dans certains domaines — tout particulièrement dans les sciences de l'homme — sa réponse se fait attendre pendant des générations, ou des siècles. Faute de la connaître, on s'ingénie à la deviner ; et, puisque les systèmes sont suspects, on leur donne le ton objectif qui est de mode.

C'est en psychologie qu'il faut principalement observer le cheminement des théories. Comme science, la psychologie n'existe pas encore et les constructions *in abstracto* peuvent s'édifier en toute liberté. Nous avons voulu suivre au cours du siècle l'un de ces mythes philosophiques dont la fortune fut assez brillante : la statue animée, rendue célèbre par le *Traité des Sensations* de Condillac, sa plus médiocre incarnation.

Les idées innées de Descartes ont perdu de leur crédit au profit du sensualisme : les théories psychologiques se fondent le plus souvent sur le principe de Locke : toute connaissance a son origine dans la sensation. Mais l'étude expérimentale de la sensation se réduit à très peu de chose et les philosophes sont forcés de reconstituer par l'imagination les acquisitions psychologiques dont elle est l'instrument. Pour étudier le rapport entre les témoignages des sens, Molineux propose le problème de l'aveugle, auquel plusieurs philosophes s'efforcent de répondre : un aveugle-né sait distinguer par le toucher un cube d'une sphère ; une opération lui rend la vue ; pourrait-il, sans utiliser le contrôle du toucher, distinguer par la vue les deux corps dont il n'avait jusqu'alors qu'une connaissance tactile ? Autrement dit, existe-t-il entre le sens optique et le toucher une corrélation purement intellectuelle et qui ne provienne pas de l'expérience ? Molineux répond négativement et Locke se prononce dans le même sens, conformément à ses principes. Leibniz, dans ses *Nouveaux Essais*

sur l'Entendement humain, aborde la question en mathématicien. La géométrie aidera l'aveugle guéri à retrouver par la vue les conclusions du toucher : pour un sens comme pour l'autre il y a dans le cube huit points remarquables, ses sommets, qui jouent un rôle particulier dans les démonstrations géométriques, tandis que la sphère présente à la vue comme à la main une figure parfaitement régulière, sans points singuliers. Les mathématiques offrent donc, indépendamment de la sensation, un moyen de contrôler et d'accorder les témoignages des sens. Condillac montre ensuite que seule une métaphysique très subtile permettra à l'aveugle opéré de douter de la concordance de ses sens : un esprit grossier reconnaîtrait évidemment le cube et la sphère.

A son tour Diderot s'empare du problème. Ce n'est pas la première fois qu'il réfléchit à la psychologie des aveugles-nés lorsqu'il écrit la *Lettre sur les Aveugles.* Dans la *Promenade du Sceptique,* il dépeint les croyants sous la figure allégorique d'hommes aux yeux bandés. Ce bandeau, pour le sceptique Diderot, représente la foi. Certains sentent le bandeau leur échapper et le retiennent de toute la force de leurs mains. « Ceux dont les bras se lassent, se trouvent tout à coup dans le cas d'un aveugle-né à qui l'on ouvrirait les paupières. Tous les objets de la nature se présenteraient à lui sous une forme bien différente des idées qu'il en aurait reçues » (6). La maladresse de l'allégorie fait qu'on n'a guère pris ce texte en considération, mais il prouve clairement que le problème de la cécité intéressait Diderot avant que les circonstances l'amènent à s'en occuper théoriquement. L'opération de la cataracte faite par Hilmer en présence de Réaumur n'a été que l'occasion de la *Lettre.* On sait le dépit que Diderot manifesta de n'avoir pu assister à la levée du premier appareil. L'expérience aurait peut-être apporté, parmi d'autres observations neuves, la solution du problème de Molineux. Forcé de s'en tenir aux hypothèses, Diderot rappelle les solutions de Molineux, Locke et Condillac, mais non celle de Leibniz qu'il ignore encore à cette date. Puis il examine à son tour le cas proposé, faisant intervenir deux éléments importants : l'état physiologique de l'œil après l'opération, négligé par tous ses prédécesseurs et que seule l'expérience peut faire connaître ; et la culture intellectuelle du sujet : un homme sans instruction décidera sur les apparences, sans qu'on puisse faire fonds sur son jugement ; un métaphysicien s'embarrassera de doutes sur le rapport entre les sensations, selon la remarque de Condillac ; un géomètre enfin prononcera d'après les propriétés des figures, à condition qu'on lui fasse considérer un cercle et un carré, et non une sphère et un cube, la vue ne pouvant suffire à connaître les distances. D'Alembert, dans l'article *Aveugle* de l'Encyclopédie, reproduit ces conclusions.

L'examen de Diderot nous paraît avoir épuisé la question. Le problème de Molineux ne relève pas de la pure spéculation,

puisqu'il est susceptible d'une vérification expérimentale. En revanche on ne pourrait en tirer une théorie complète de la connaissance. Il fallait à la méditation métaphysique et psychologique un sujet plus vaste. C'est Deslandes qui créa le mythe de la statue dans son ouvrage intitulé *Pygmalion ou la Statue animée*. On le voit, la mode d'emprunter à la mythologie ne date pas de la psychanalyse. Ce livre, condamné pour son audace par le parlement de Dijon, reconstituait, à l'aide d'une statue animée, les phénomènes de la vie et de la pensée. Cette allégorie transposait simplement en psychologie la table rase de Descartes et mettait en scène, pour ainsi dire, le sensualisme de Locke. Pourquoi ne pas choisir pour point de départ l'enfant nouveau-né, comme l'ont fait depuis maints psychologues ? D'abord parce qu'à cette époque l'enfant est aussi mal connu des philosophes que des romanciers. La découverte de l'enfance est un événement presque contemporain ; ce qu'en ont su le XVIII[e] et même le XIX[e] siècle est peu de chose. Ensuite l'expérience de l'enfant s'étend sur une longue période et, lorsqu'il commence à prendre conscience de lui-même, un grand nombre d'actions se sont exercées sur lui. Tandis qu'une statue animée, quel beau sujet d'observations philosophiques ! On la dote à l'avance d'une conscience adulte, ou plutôt d'une conscience théorique, réagissant selon les lois d'une logique *a priori*, cependant que le contenu de son expérience est encore nul. Mais on s'aperçoit bien qu'un tel être ne peut exister en nature et que sa commodité tient précisément à son irréalité : la difficulté étant inhérente à l'objet de la psychologie, le philosophe qui lui substitue une conception de son esprit ne simplifie pas le problème, il le fausse.

Le goût de l'époque pour la spéculation fit pourtant la fortune de ce mythe métaphysique. Le *Pygmalion* date de 1741 ; dix ans plus tard, Diderot, connaissant bien Deslandes, s'inspira de son ouvrage dans sa *Lettre sur les Sourds et muets*. Il cherche à pénétrer le mystème des inversions du langage ; pour cela il faut connaître le mécanisme de la pensée et de son expression originelle : « Mais il n'est peut-être pas nécessaire », suggère Diderot, » de remonter à la naissance du monde et à l'origine du langage, pour expliquer comment les inversions se sont introduites et conservées dans les langues. Il suffirait, je crois, de se transporter en idée chez un peuple étranger dont on ignorerait la langue ; ou, ce qui revient presque au même, on pourrait employer un homme qui, s'interdisant l'usage des sons articulés, tâcherait de s'exprimer par gestes » (7). La parenté entre ce *muet de convention* et la statue animée de Deslandes s'aperçoit clairement ; mais cette fiction pourrait bien avoir encore une autre source. Diderot lisait volontiers Rabelais ; son muet de convention nous rappelle le chapitre de Pantagruel où Panurge confondit l'Anglais qui arguait par signes, ou encore l'amusant

épisode où le muet Nazdecabre prédit par gestes au même Panurge qu'il sera cocu, battu et dérobé.

L'expérience du muet de convention, bien que réalisable, appartient au domaine de la pure spéculation. Diderot s'intéressait vivement au langage des gestes : il raconte lui-même comment il se bouchait les oreilles au spectacle pour analyser la pantomime des acteurs. Dans ses pièces de théâtre, il a tenté d'introduire des scènes muettes et des tableaux pour renouveler l'expression dramatique. Mais quelle que soit la valeur expressive d'une mimique, on ne peut raisonnablement lui attribuer le rôle d'une langue primitive. La *Lettre sur les Sourds et Muets* propose à notre imagination une autre conception curieuse qui se rattache également à la fiction de Deslandes, et que Diderot expose en ces termes : « Mon idée serait donc de décomposer, pour ainsi dire, un homme et de considérer ce qu'il tient de chacun des sens qu'il possède. Je me souviens d'avoir été quelquefois occupé de cette espèce d'anatomie métaphysique ; et je trouvais que, de tous les sens, l'œil était le plus superficiel ; l'oreille, le plus orgueilleux ; l'odorat, le plus voluptueux ; le goût, le plus superstitieux et le plus inconstant ; le toucher, le plus profond et le plus philosophe. Ce serait, à mon avis, une société plaisante, que celle de cinq personnes dont chacune n'aurait qu'un sens ; il n'y a pas de doute que ces gens-là ne se traitassent tous d'insensés ; et je vous laisse à penser avec quel fondement. C'est là pourtant une image de ce qui arrive à tout moment dans le monde : on n'a qu'un sens, et l' on juge de tout. Au reste, il y a une observation singulière à faire sur cette société de cinq personnes dont chacune ne jouirait que d'un sens ; c'est que, par la faculté qu'elles auraient d'abstraire, elles pourraient toutes être géomètres, s'entendre à merveille, et ne s'entendre qu'en géométrie » (8). Retenons l'alliance de mots : *anatomie métaphysique* : elle caractérise bien la philosophie scientifique de l'époque.

Cette anatomie ou cette géométrie des sens, Condillac entreprend de la décrire en 1754 dans son *Traité des Sensations*. Il y reprend le thème traité par Deslandes, mais subit visiblement l'influence de Diderot. Condillac cherche à déduire de la sensation non seulement toutes nos idées, mais encore toutes nos facultés mentales : « Pour remplir cet objet », dit-il, « nous imaginâmes une statue organisée entièrement comme nous, et animée d'un esprit privé de toute espèce d'idées. Nous supposâmes encore que l'extérieur tout de marbre ne lui permettrait l'usage d'aucun de ses sens, et nous nous réservâmes la liberté de les ouvrir chacun à notre choix, aux différentes impressions dont ils sont susceptibles » (9). Que l'on suive avec l'auteur l'éveil de cette statue à la sensation et à la vie, et l'on s'aperçoit bientôt des lacunes de sa conception : la statue, passive au point de s'identifier avec l'impression qu'elle reçoit, transforme cepen-

dant la sensation en un fait psychique, l'interprète, la reproduit en elle-même, la compare avec d'autres impressions de même nature. Pour effectuer toutes ces opérations, il faut qu'elle possède des facultés préexistantes à la sensation, et que la sensation n'explique pas. En second lieu, la statue, si elle est *organisée entièrement comme nous,* possède bien un sens interne, cette perception de son propre corps que l'on a appelée depuis cénesthésique, et l'auteur n'en a tenu aucun compte. Enfin, pour recevoir la sensation, la statue est pourvue d'organes spécialisés, de nerfs, de centre nerveux, que l'objet senti doit modifier ; l'auteur ne nous en dit rien. Il examine longuement les effets de l'odorat sur la statue et sur la connaissance qu'elle acquiert d'elle-même, sans faire allusion à l'organe olfactif, à sa structure ni aux changements que les odeurs produisent sur lui. Même en se prêtant au jeu, on n'apprend rien de positif, sinon que le sujet se connaît et s'aime lui-même avant de connaître le monde extérieur et d'aimer autrui ; ce qui est contraire à l'expérience. Diderot soutient l'opinion opposée : « Ce que nous connaissons le moins, c'est nous » (10). Le spiritualisme de Condillac échoue sur le plan rationnel comme sur le plan biologique. La statue qu'il anime ne nous livre aucun secret, et nous pouvons la supposer aussi creuse que le buste de la fable.

C'est ce vide intérieur que Charles Bonnet a tenté de combler, lorsqu'il a repris la même fiction dans son *Essai analytique sur les facultés de l'âme,* en 1760. Le naturaliste genevois nous apprend qu'il avait imaginé une statue animée pour expliquer l'éveil des facultés et qu'il travaillait à son ouvrage, quand on lui signala le traité de Condillac. Il étudia le *Traité des Sensations,* reconnut avec modestie que la conception générale de Condillac était supérieure à la sienne et l'adopta, en acquittant loyalement sa dette de reconnaissance envers son devancier. Mais au lieu de tourner comme lui le dos aux réalités, il a cherché à les deviner. Pour expliquer la sensation, il s'est servi des fibres nerveuses : il a même tenté d'expliquer les modifications internes de ces fibres. Le succès de sa tentative mérite d'être signalé et prouve qu'une spéculation bien conduite parvient à prévoir certains résultats de l'expérience. Selon Bonnet, les fibres nerveuses se caractérisent par plusieurs propriétés fondamentales : l'aptitude à reproduire un mouvement déjà effectué (aptitude qui augmente avec la répétition) ; la faculté d'associer leurs mouvements simultanés ou immédiatement consécutifs ; et la possibilité, qui s'en déduit aisément, de réagir les unes sur les autres. Cela n'explique pas tout ; mais du moins l'auteur suit la bonne voie, et les mécanismes de la mémoire, de l'imagination, de l'association d'idées prennent dans sa description une précision tout à fait moderne. Ici les facultés ne dépendent plus d'une sensation qui leur donnerait l'être, mais de l'organisation intérieure.

Avec l'*Essai analytique* de Bonnet s'achève la carrière de la statue animée ; mais cette fable exerce une influence indirecte sur d'autres philosophes : Helvétius, de tous les encyclopédistes le plus fidèle à la doctrine de Locke, attribue le développement des facultés humaines à l'éducation ; il englobe dans ce mot toute l'expérience vécue par l'enfant depuis la première heure de sa vie. La nourriture, les accidents, les maladies font partie de cette éducation aussi bien que les leçons des parents et des maîtres. La diversité des existences suffit donc à expliquer celle des personnalités ; mais tous les enfants naissent égaux en facultés et en dispositions naturelles. Position fausse évidemment, mais habilement défendue et difficile à emporter. On sait la peine que Diderot y employa dans sa *Réfutation suivie de l'ouvrage d'Helvétius intitulé l'Homme*. Ces enfants qui viennent au monde sans dispositions particulières, sans différences innées dans leur organisation, tels que les décrit Helvétius, ressemblent à la statue animée de Condillac, que la sensation modèle sans résistance.

Le succès de cette allégorie nous montre combien la spéculation régnait encore sur des esprits acquis en principe à la science expérimentale. Les savants de notre siècle sont moins crédules ; ils expérimentent davantage ; mais font-ils moins d'hypothèses ? Nous savons aujourd'hui combien les théories rendent service à la science expérimentale ; le XVIII[e] siècle ne l'ignorait pas. D'Alembert, dans l'article *Elasticité* de l'Encyclopédie, distingue les conjectures raisonnables des chimères de l'esprit : « Ce que nous venons de dire », écrit-il, « ne s'adresse qu'aux philosophes audacieux, qui prenant les fantômes de leur imagination pour les secrets de la nature, croient rendre raison des phénomènes par des hypothèses hasardées et sans fondement, qu'ils regardent comme des démonstrations. Il n'en est pas de même de ceux qui portant dans l'étude de la nature la sagacité et la sagesse de l'esprit observateur, ont la modestie de ne donner que pour de simples conjectures, des vues souvent heureuses et fécondes ». Et Bordeu, dans l'article *Crise*, exprime avec plus de vigueur et de concision encore la légitimité des hypothèses : « Les systèmes sont la pâture de l'imagination, et l'imagination est toujours de la partie dans les progrès de l'esprit. »

Jean Mayer.

BIBLIOGRAPHIE

(1) RHLF, 2[e] tr., 1937, p. 281.
(2) Ed. in-12, Paris 1774-1789, t. v, p. 369.
(3) Vartanian, *Diderot and Descartes*, 1953, p. 312 et suiv.
(4) Rouelle, *Cours de chimie rédigé par Diderot* (Bibl. municipale de Bordeaux, ms n° 564) t. I, p. 90.

(5) Robinet, *De la Nature*, Amsterdam (Liége), 1761, t. I, p. 203.
(6) Diderot, *Œuvres* (Assézat) I, 211-212.
(7) Diderot, I 351.
(8) Diderot, I, 352-353.
(9) Condillac, *Traité des sensations, dessein de cet ouvrage.*
(10) Diderot, *Eléments de Physiologie*, IX, 346.

R. G. S. INFORMATION (Suite)

RENNES. — M. RAFFIN, Maître de conférences en fonction à Dakar est nommé maître de Conférences de Mathématiques.

STRASBOURG. — M. CUER, Professeur à titre personnel est nommé dans la chaire de Physique générale et Physique corpusculaire.

TOULOUSE. — Mlle GOAS est nommée Chef de Travaux de Physiologie végétale.

CONGRÈS ET RÉUNIONS SCIENTIFIQUES

JANVIER à AVRIL 1957

NEW-DELHI (7-11 janvier). XIVe Conférence de l'Union internationale contre la tuberculose. (Renseignements auprès de l'Union internationale contre la tuberculose, 15, Rue Pommereu, PARIS (16e).

PARIS (7-12 janvier). 3e Assemblée générale du conseil international des sciences sociales.

WASHINGTON (14-26 janvier). Session de l'Organisation Mondiale de Météorologie.

BEYROUTH. 17e Congrès de l'Institut international de sociologie.

MEXICO (février). Xe Congrès du collège international des chirurgiens. (Renseignements et inscriptions) : Dr Max Thorek, International College of Surgeons, 850 West Irving Park-Road, Chicago 13.

MONTPELLIER (février). Congrès international de la santé étudiante.

SOFIA (février). Assemblée générale de l'Organisation internationale de radiodiffusion.

BETHESDA (23-30 mars). Colloque international sur l'épilepsie.

WASHINGTON (mars). Congrès du Centre international de la photographie.

SAINT-MARIN (mars). Journée d'études pour la prévention et le traitement des maladies atomiques d'origine industrielle.

PHOENIX (Arizona) (1-4 avril). Congrès d'anesthésistes. (Organisé par l'International Anesthesia Research Society.)

CAMBRIDGE (8-12 avril). Réunion de l'Association internationale des Sociétés de microbiologie.

BAD NAUHEIM (12-14 avril). Congrès de la Société de physique de Hesse-Rhénanie.

VENISE (23 avril-1er mai). Congrès sur les problèmes concernant le développement agricole des pays du bassin méditerranéen.

AMSTERDAM (24-26 avril). Symposium de l'Union internationale de Chimie pure et appliquée.

MILAN (avril). 3e Symposium sur les matières étrangères contenues dans les aliments.

SAN FRANCISCO (avril). IIIe Congrès de l'irrigation et du drainage. (Organisé par l'International Commission of Irrigation and Drainage, 1, Old Mill Road, New-Delhi.)

PARIS (avril). Congrès de la Fédération internationale d'Associations nationales d'élèves ingénieurs.

RENOUVELLEMENT DES ABONNEMENTS

Pour éviter tout retard dans l'acheminement du premier numéro de 1957 qui paraîtra en février, nous prions ceux de nos abonnés qui ne l'auraient déjà fait de bien vouloir nous couvrir du montant de leur abonnement (France et Union Française : 900 fr., Etranger : 1.000 fr.) par mandat, chèque ou chèque-postal (C. C. P. Paris 5625-02).

Echos & Nouvelles

• *Fabrication du Plutonium en Suède.* — D'après la revue américaine *Chemical and Engineering news* une première usine pour la production du plutonium est en construction au sud de Stockholm. Deux réacteurs sont prévus, l'un actuellement en construction (et d'une puissance de 10.000 KW), l'autre devant être acheté aux Etats-Unis. Tous deux doivent entrer en fonctionnement en janvier 1959.

• *Prévisions météorologiques par téléphone.* — Depuis plusieurs mois un service automatique de prévisions météorologiques par téléphone fonctionne en Grande-Bretagne et jouit d'une très grande faveur auprès du public. Les prévisions, faites par l'Office Météorologique, sont enregistrées sur bande magnétique et durent trente secondes. On peut les modifier à tout instant. Une bande magnétique de sûreté permet la continuation de l'émission si la première bande se brise.

• *La production de l'hélium aux Etats-Unis.* — On sait que les Etats-Unis sont pratiquement le seul pays produisant de l'hélium en quantités industrielles importantes. Ce gaz est extrait des gaz naturels de certaines régions (Amarillo et Exell au Texas ; Otis dans le Kansas et Navajo dans le Nouveau Mexique). Les quantités produites continuent à croître. De 145.000 pieds cubes (1 pied cube = 28.316 litres) en 1952, la production est passée à 161.000 pieds cubes en 1953 et à 191.000 pieds cubes en 1954 (H. S. Kennedy et H. P. Wheeler Jr., reprint from Bureau of Mines Minerals Yearbook, 1954).

• *Production de l'or.* — J. E. Bell et K. M. Mc Breen viennent de donner dans un prétirage du « Bureau of Mines Minerals Yearbook » les chiffres définitifs de la production de l'or dans le monde pour 1953. Cette production s'élevant à 33.500.000 onces (1 once = 31,103.481 g) est en légère diminution par rapport à 1952 (34.200.000 onces), mais est égale à celle de 1951. La production de l'Afrique a été de 13.740.000 onces (dont 730.963 pour la Gold Coast, 501.057 pour la Rhodésie du Sud et 371.020 pour le Congo Belge) ; celle de l'Amérique du Nord de 6.847.400 onces (dont 4.068.516 pour les Etats-Unis, Alaska compris ; 1.970.000 pour le Canada et 483.483 pour le Mexique) ; celle de l'Amérique du Sud de 897.000 onces (dont 436.045 pour la Colom-

bie) ; celle de l'Asie de 1.430.000 onces (dont 480.625 pour les Philippines) ; celle de l'Europe de 9.300.000 onces (dont 9.000.000 pour la Russie, y compris la Russie d'Asie) ; enfin celle de l'Océanie de 1.315.000 onces (dont 1.075.000 pour l'Australie).

● *Une nouvelle source de soufre en Italie.* — La consommation croissante de soufre a incité l'Italie à augmenter sa production de ce métalloïde, quoiqu'avec ses gisements siciliens elle soit de loin le producteur européen le plus important. On vient d'installer à Lardorello, en Toscane, une usine permettant de produire annuellement 9.000 tonnes de soufre pur. Jusqu'à présent, les fumerolles de Lardorello (jets de vapeur d'eau surchauffée) étaient uniquement utilisés pour l'extraction de l'acide borique qu'elles renferment. Mais en même temps que de l'anhydride carbonique, de l'hydrogène et divers gaz, elles contiennent aussi de l'hydrogène sulfuré (environ 2 % du total des gaz). Celui-ci est fixé par des masses d'épuration (à base d'oxydes de fer) dont on retire ensuite du soufre pur.

● *Les dimensions de la Terre.* — Lors d'une récente réunion de l'Union géophysique américaine (rapportée par la revue « Scientific American ») Bernard Chovitz et Irène Fischer, du Service cartographique, ont récemment donné les résultats de la mesure d'un méridien s'étendant du nord de la Finlande à la pointe extrême sud de l'Afrique. On a ainsi constaté que les dimensions de la Terre étaient plus petites que ce qui était admis jusqu'ici. En effet, la distance mesurée est de 5.775,5 miles marins, d'où il résulte que le rayon de la Terre à l'Equateur est de 6.378.260 mètres, soit 128 mètres de moins que ce qui était admis jusqu'ici. La partie européenne du relevé a été terminée en 1951. La partie marine a été effectuée grâce à une technique très précise d'échos. En Egypte on a suivi un relevé de 435 miles déjà étudié par Eratosthène 200 ans environ avant J.-C. L'ensemble du relevé étant deux fois plus long que n'importe quel autre fait jusqu'ici, la précision des cartes s'en est trouvée accrue.

On peut noter que ces mesures sont destinées à être utilisées pour établir la trajectoire des satellites artificiels de la Terre qui seront lancés pendant l'année géophysique internationale.

● *La présence du technetium dans la croûte terrestre.* — L'élément de numéro atomique 43, dont la case était longtemps restée vide dans la classification périodique, est le premier qui ait été produit artificiellement (d'où son nom). Il a été obtenu en 1937 par Segré et ses collaborateurs en bombardant pendant plusieurs mois une feuille de molybdène par un puissant faisceau de deutérons dans le cyclotron de Berkeley. La question

de savoir si cet élément, à l'état stable, est présent dans la croûte terrestre, est étudiée dans un rapport de G. E. Boyd et Q. V. Larson, du « Oak Ridge National Laboratory » et récemment publiée dans « The Journal of Physical Chemistry ».

Le technetium radioactif existe certainement : il se rencontre en quantités infimes dans certains minerais d'uranium et provient de la fission spontanée de ^{238}U ou encore de la fission avec capture de neutron de ^{235}U. Il existe aussi dans certains minerais de molybdène ainsi que dans d'autres substances comme produit final de réactions à très haute énergie dues aux rayons cosmiques. P. W. Merril admet la possibilité de l'existence de technetium à la surface du soleil ; il l'a mis en évidence dans certaines étoiles du type S. De nombreuses raies spectrales non identifiées jusqu'ici, et présentes dans le spectre *R* Andromède sont attribués à *Tc I*. Elles ont en effet été observées par W. F. Meggers à partir de technetium artificiel.

Les isotopes ^{97}Tc et ^{99}Tc ont des demi-périodes de moins d'un million d'années. Si ces éléments ont existé à l'état stable il doivent avoir disparu en $4{,}5.10^9$ après la formation de la Terre. La possibilité de découvrir du technetium stable dépend donc de sa demi-période qui devrait être supérieure à 10^8 années pour qu'il en existe encore aujourd'hui. Pour le rechercher, des méthodes d'analyse extrêmement précises ont été employées, en particulier la méthode de dilution isotopique partant de ^{99}Tc, les déterminations étant effectuées au spectromètre de masses. Ces recherches n'ont pas abouti à la mise en évidence de technetium dans la croûte terrestre. Cependant il semble difficile, sinon impossible, d'apporter une preuve formelle de la non-existence de technetium dans l'écorce terrestre. Mais il faut réserver l'avenir, nos connaissances dans ce domaine étant récentes, et toute tentative d'identification du technetium doit pouvoir d'abord écarter les trois isotopes ^{97g}Tc, ^{98g}Tc et ^{99g}Tc.

● *L'âge de la Vie sur la Terre.* — Le géologue Arthur Holmes, de l'Université d'Edimbourg, a récemment découvert que la vie a dû apparaître sur la Terre il y a environ trois milliards d'années, alors que d'après d'autres estimations on pensait jusqu'ici qu'elle était bien plus récente et ne dépassait pas 800 millions d'années. C'est à la suite de recherches sur des roches radioactives renfermant des fossiles d'algues, de protozoaires et de spores de champignons que Holmes est arrivé à cette conclusion. L'échantillon le plus ancien étudié par Holmes et ses collaborateurs est du granite provenant de la Rhodésie du Sud et âgé de 3,3 milliards d'années. Un autre échantillon, en provenance du lac Supérieur, était nettement plus jeune et son âge n'était que de 1,3 milliard d'années.

● *La production et la consommation des produits azotés.* — Les « Mineral Trade Notes » du Bureau des Mines de Washington analysent la situation mondiale des produits azotés d'après un rapport annuel (décembre 1955) publié par Aikman, à Londres. En Europe, l'accroissement le plus important s'est produit en Allemagne occidentale où la production annuelle atteint maintenant 975.000 tonnes (estimée sous forme d'azote pur). En Espagne, France, Grande-Bretagne, Italie, Pologne, Tchécoslovaquie et Yougoslavie, la production se développe également. En 1954-55 la production a augmenté d'environ 11,5 % et on estime que pour 1955-56 son accroissement sera de 8,5 %. Aux Etats-Unis la capacité de production est actuellement évaluée à 3.000.000 de tonnes ; elle sera de l'ordre de 3.400.000 tonnes en 1956-57 et de 3.800.000 tonnes en 1957-58. Les tonnages produits et consommés dans le monde entier (à l'exclusion de la Russie) sont les suivants pour les dernières années ainsi que les estimations pour les prochaines années (en milliers de tonnes) :

	Production		Consommation	
	Agriculture	Industrie	Agriculture	Industrie
1953-54	5.385	1.040	5.405	1.040
1954-55	6.030	1.250	5.910	1.250
1955-56	6.615	1.340	6.025	1.340
1956-57	7.535	1.405	—	—
1957-58	8.215	1.485		

Le tableau suivant donne la production et la consommation pour les principaux pays producteurs. Le total général comprend également les autres pays.

	1953-54		1954-55		Estimation 55 56	
	Prod.	Cons.	Prod.	Cons.	Prod.	Cons.
Allemagne occidentale	740	535	895	600	975	610
Allemagne orientale	250	225	250	225	250	225
Belgique et Luxembourg	205	99	223	97	238	97
Canada	180	55	210	60	220	70
Chili	227	10	246	10	250	10
Etats-Unis	2.095	2.300	2.500	2.600	2.850	2.750
France et colonies	334	360	370	415	440	435
Grande-Bretagne	451	345	460	350	480	370
Italie	280	224	320	250	350	270
Japon	615	500	645	550	645	570
Norvège	188	42	205	45	210	45
Pays-Bas	259	172	280	175	325	185
TOTAL GENERAL	6.421	6.441	7.280	7.165	7.952	7.547
Total général utilisé par l'Agriculture	5.383	5.403	6.027	5.912	6.612	6.207

● *75e anniversaire de la « Society of Chemical Industry ».* — Du 9 au 14 juillet 1956, la « Society of Chemical Industry » (S.C.I.) a célébré à Londres le 75e anniversaire de sa fondation. On doit rappeler à ce sujet que cette importante Société scientifique, qui a des sections dans un grand nombre de pays étrangers, publie des périodiques d'une haute tenue scientifique et qui sont lus et appréciés dans le monde entier. Ce sont : « The Journal of Applied Chemistry », mensuel ; « Journal of the Science of Food and Agriculture », mensuel ; « Chemistry and Industry », hebdomadaire ; enfin « Annual Reports on the Progress of Applied Chemistry ».

● *Nécropoles hybrides.* — Walter B. Emery, de l'Université de Londres, et Directeur de la Société d'Exploration égyptienne, affirme que la grande pyramide d'Egypte est d'une architecture hybride où se mêlent des traditions de Haute et Basse Egypte datant d'il y a cinq mille ans. Il a récemment découvert la tombe de la reine Her-Neit qui mourut quelques années après l'établissement de la première dynastie. Cette tombe est surmontée d'une partie rectangulaire couverte de briques et typique des sépultures de Haute Egypte. Elle est entourée d'un mur de briques, caractéristique des sépultures de Basse Egypte. Emery estime que, l'architecture évoluant, les bâtisseurs de nécropoles prirent l'habitude d'élever un monticule, de l'entourer d'un mur, et ensuite de remplir l'intervalle entre mur et monticule, réalisant ainsi l'allure en escalier des pyramides.

● *La préservation des viandes par les antibiotiques.* — Le problème de la préservation des viandes est un de ceux qui ont toujours intéressé la Nouvelle-Zélande qui exporte vers la Grande-Bretagne de grandes quantités de viandes frigorifiées. « Chemical and Engineering News » nous apprend que des recherches sur ce problème sont actuellement poursuivies à l'Université de l'Ohio par des savants néo-zélandais et américains. La viande est traitée par une poudre, l'*acronise*, contenant une variété spéciale d'auréomycine. Ce produit est d'ailleurs déjà utilisé aux Etats-Unis pour la volaille. On doit noter que l'emploi des antibiotiques n'est pas destiné à se substituer à la réfrigération, mais a simplement pour but de diminuer les risques d'avaries pendant les transits et manipulations diverses.

● *Un nouveau pipe-line vénézuélien.* — Le Vénézuéla va avoir un nouveau pipe-line de 340 km. de longueur, allant des environs de Barinas, dans l'ouest du Vénézuéla, à Puerto Cabello, sur la mer Caraïbe. De 20 inchs (environ 50 cm.) de diamètre, il aura un débit de 100.000 barils (environ 150.000 hectolitres) par jour.

● *Production du magnésium et de l'aluminium.* — Dans les prétirages du *Bureau of Mines Minerals Yearbook,* H. B. Comstock d'une part, et D. D. Blue et H. F. Kurtz d'autre part, donnent des renseignements statistiques relatifs au magnésium et à l'aluminium. En ce qui concerne le magnésium, la production mondiale totale a presque quadruplé de 1950 à 1953, étant passée de 41 tonnes à 154.000 tonnes. Voici pour ces deux mêmes années les productions des principaux pays producteurs (en tonnes) :

Allemagne occidentale	1.000	-	1.000	(évaluation)
Canada	1.600	-	6.000	
Etats-Unis	14.200	-	84.400	
France	400	-	1.000	
Grande-Bretagne	3.000	-	5.400	
Italie	120	-	1.450	
Norvège		-	4.500	(évaluation)
Russie	20.000	-	50.000	

Pendant la même période la production de l'aluminium est passée de 1.500.000 tonnes à 2.465.000 avec les chiffres suivants pour les principaux pays producteurs :

Allemagne occidentale	27.800	-	107.000	
Autriche	18.000	-	43.500	
Canada	360.000	-	495.000	
Etats-Unis	650.000	-	1.136.000	
France	60.500	-	113.000	
Grande-Bretagne	30.000	-	31.500	
Hongrie	16.500	-	30.000	(évaluation)
Italie	37.000	-	55.000	
Japon	25.000	-	45.500	
Norvège	47.000	-	53.500	
Russie	652.000	-	1.136.000	
Suisse	19.000	-	28.000	

● *La fabrication des résines « Epikote » en France.* — La Société Shell Saint-Gobain construit actuellement à Berre (Bouches-du-Rhône) une usine destinée à la fabrication des résines « Epikote » (marque déposée par Shell) et capable de satisfaire aux besoins du marché français ainsi qu'à ses développements actuellement prévus. Ces résines qui sont obtenues par condensation en milieu alcalin de diphénol-propane et d'épichlorhydrine, appartiennent à la classe des résines epoxy (ou résines éthoxylines). Du point de vue de leur structure chimique on peut les assimiler à des polyalcools linéaires à longue chaîne terminée à chacune de ses extrémités par un groupement epoxy. La présence simultanée de groupes hydroxyles également répartis le long de la chaîne de la molécule de résine « épikote » et des

groupements epoxy terminaux leur confèrent de multiples possibilités de réactions avec des agents modificateurs ou des durcisseurs appropriés. C'est ainsi que les résines « épikote » sont susceptibles de se combiner soit à température ambiante, soit à haute température suivant les cas avec des résines thermo-durcissables du type phénoplaste ou aminoplaste, avec des acides gras d'huiles siccatives, semi-siccatives ou non siccatives, avec des polyamines et certains types de polyamides. Ces différentes possibilités réactionnelles sont mises à profit dans la formulation de peintures et vernis à base de résines « Epikote », ces peintures et vernis constituant les revêtements protecteurs et décoratifs particulièrement appréciés dans un grand nombre d'industries et notamment dans l'industrie de l'emballage et du conditionnement, dans l'industrie des appareils électroménagers, pour la protection et la décoration du béton ainsi que pour la protection des structures métalliques contre la corrosion chimique.

● *Les renards roux aux Etats-Unis.* — La revue anglaise *Nature* rend compte d'une étude entreprise par T. G. Scott pour le département d'histoire naturelle de l'Illinois sur la situation des renards roux aux Etats-Unis. La conclusion de cette étude est que le nombre des renards ne diminue pas et qu'ils peuvent très bien survivre malgré l'âpreté de la compétition. D'une part le défrichement des forêts et l'élimination progressive des loups et des coyottes sont des facteurs favorables aux renards, mais d'autre part lorsque ceux-ci deviennent très nombreux la rage en élimine un grand nombre. Il est à noter que le renard a tendance à ne rechercher sa nourriture que dans un rayon assez faible, de sorte qu'elle est très variable suivant la saison et le lieu. Le nombre de certaines espèces animales dont se nourrissent les renards peut croître ou décroître sans que varie le nombre de renards dans la région. En effet, pendant l'été les renards peuvent se nourrir de fruits ou d'insectes, quoique les lapins ou les oiseaux, dont les renards se nourrissent volontiers, soient abondants. Dans l'Etat de New-York, pour protéger et accroître leur nombre, on a diminué considérablement celui des renards ; les résultats ont été insignifiants et sans rapport avec les dépenses engagées. Les renards sont un des agents propagateurs de la rage aux Etats-Unis et on a précisément essayé de les détruire en provoquant des épidémies de rage dans des régions préservées ; les dépenses ont été considérables et les résultats peu encourageants.

vient de paraître

le ciel et la terre

(**tome III** de l'Encyclopédie Française, fondateur Anatole de Monzie).

Rédigé sous la direction de André DANJON, membre de l'Institut, Pierre PRUVOST, membre de l'Institut et Jules BLACHE, recteur de l'Université d'Aix-Marseille, par un groupe de savants éminents dont les travaux sont mondialement connus, cet ouvrage éclaire une série de grandes questions au premier plan de l'actualité scientifique. Il comprend :

La description de l'univers céleste 1956 tel que le font apparaître les plus récentes découvertes, avec de larges aperçus sur les problèmes que tentent de résoudre les chercheurs.

L'étude de la Terre (Géophysique, Géologie, Morphologie) dont l'ensemble constitue, plutôt qu'un exposé exhaustif des faits, une explication générale des phénomènes replacés dans leur véritable perspective.

Un volume sous reliure mobile de 452 pages, 310 gravures dans le texte, 32 planches hors-texte en héliogravure, 3 dépliants - rel. cartonnage souple : 7 450 F - rel. "similoïd" : 8 850 F rel. parchemin véritable : 11 950 F.

chez tous les libraires dépositaire général, 114 bd Raspail, Paris 6

LAROUSSE

Les livres

CHAPLET (Auguste). — Les prodigieuses réalisations de la chimie moderne. Synthèses industrielles. Le règne du plastique. — Un vol. 13 × 20 cm, 237 pages, 16 planches hors-textes, 28 gravures (Hachette, Paris, 1955). Broché : 700 francs.

M. A. Chaplet présente au lecteur un nouveau livre de vulgarisation ayant trait aux réalisations modernes de l'industrie chimique. Entendez, de l'industrie chimique organique, qui est seule abordée. La chimie joue dans la vie de chacun un rôle essentiel : cela, tout le monde le sait ; mais ce que l'on ne sait pas toujours, et cet ouvrage a pour dessein de nous l'apprendre dans les grandes lignes, c'est la façon dont l'industriel traite les produits de base mis à notre disposition par la nature pour arriver à ces réalisations que l'on appelle nylon, DDT, néoprène ou rimifon, pour n'en citer que quelques-uns. Les différents chapitres du livre sont intitulés :

I. Economie des industries de la chimie organique.
II. Les hydrocarbures.
III. Des hydrocarbures aux intermédiaires.
IV. Comestibles chimiques.
V. L'industrie chimique au service de l'agriculture.
VI. Chimie organique guerrière.
VII. Les multiples variétés de plastiques.
VIII. Les Industries du caoutchouc synthétique.
IX. Des rayonnes aux pellicules.
X. Les adhésifs organiques.
XI. La chimie organique au secours de la médecine.
XII. Brillant essor des tinctoriaux artificiels.
XIII. Synthèse des parfums.
XIV. Autres domaines de la chimie organique (solvants, catalyseurs, photo, flottateurs, silicone, détersifs, antioxydants, échangeurs d'ions, cires...).

Tout le monde lira ce livre avec beaucoup d'intérêt car il apprendra des quantités de choses sur la préparation de produits modernes devenus d'un usage quotidien.

Marc LAFFITTE.

P. DAVID. — Cours de Radioélectricité générale, tome III, livre II ; **La Réception.** — Eyrolles éditeur, Paris, 1956, 502 pages.

Dans cet important ouvrage, M. Pierre David, Chef du Laboratoire Radio-Radar de la Marine, expose avec sa précision et sa clarté habituelle toutes les questions touchant la sensibilité et sa limitation par les bruits parasites, la sélectivité et son compromis avec la fidélité, la collection des ondes, le changement de fréquence, l'amplification haute fréquence, la détection, l'amplification basse fréquence, la réaction, la contre-réaction, la super-réaction et termine par une description des récepteurs les plus importants. La lecture des pages consacrées aux récepteurs classiques de radiodiffusion

GAUTHIER-VILLARS

ÉDITEUR

55, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS

PARIS VI^e^

FAVARD (J.). — **COURS DE GÉOMÉTRIE DIFFÉRENTIELLE LOCALE (Cahiers Scientifiques, Fasc. XXIX),** in-8 (16-25), 554 pages (1957).

POPOFF (K.). — **LES BASES MATHÉMATIQUES DE LA THÉORIE DES PROCESSUS THERMODYNAMIQUES IRRÉVERSIBLES (Mémorial des Sciences Physiques, Fasc. LXIII),** in-8 (16-25), 81 pages (1956).

POINCELOT (P.). — **LES FILTRES DE FRÉQUENCE (Mémorial des Sciences Physiques, Fasc. LXII),** in-8 (16-25), 126 pages, 149 figures (1956) ..... **1.500 F**

COUCHET (G.). — **MOUVEMENTS PLANS D'UN FLUIDE EN PRÉSENCE D'UN PROFIL MOBILE (Mémorial des Sciences Mathématiques, Fasc. CXXXV),** in-8 (16-25), 78 pages, 12 figures (1956) ..... **1.000 F**

FRANÇOIS (E.). — **DICTIONNAIRE ALLEMAND-FRANÇAIS ET FRANÇAIS - ALLEMAND,** in-8 (13,5-21), VII-155 pages (1956) ..... **800 F**

MALGORN (G.). — **LEXIQUE TECHNIQUE FRANÇAIS-ANGLAIS,** in-8 (14-22), XXVIII-475 pages (1956) ..... **2.400 F**

MALGORN (G.). — **LEXIQUE TECHNIQUE ANGLAIS-FRANÇAIS,** in-8 (14-22), XXXIV-493 pages, 4^e^ édition (1956) .... **2.400 F**

★

Envoi de documentation sur demande
et du « Bulletin de l'Activité Scientifique et Technique en France ».

sonore, aux récepteurs de détection électromagnétique « R.A.D.A.R. », aux récepteurs panoramiques, est particulièrement attrayante, car l'auteur s'entend admirablement à faire saisir la structure et le fonctionnement des appareils, en éliminant, en même temps que les détails inutiles, les considération abstraites.

Lorsqu'un auteur domine aussi complètement son sujet que M. P. David, il sait rendre accessibles et intéressants tous les aspects d'une technique par elle-même extrêmement complexe.

M. PARODI.

Henry FAVRE. — Cours de Mécanique. — Tome I, **Statique,** 2e édition, 374 pages, 260 figures, Leemann éditeur, Zurich, 1954.

Cette seconde édition du tome premier du Cours de Mécanique de M. H. Favre ne diffère pas sensiblement de la première ; quelques additions utiles à la compréhension de cet ouvrage très estimé ont été seulement apportées au texte initial. Ce cours destiné aux étudiants des écoles techniques supérieures et des universités est rédigé avec un grand souci de clarté et d'exactitude ; il porte, ainsi qu'il est connu, sur les matières suivantes : statistique des corps solides élastiques, hydrostatique.

M. PARODI.

J. GUILLERME. — L'ultraviolet. — Collection « Que sais-je ? », Presses Universitaires de France, Paris, 1955.

Dans ce petit ouvrage de 126 pages, sont tout d'abord étudiées, au chapitre I, les sources du rayonnement ultraviolet ; les actions de ce rayonnement sur la matière sont décrites au chapitre suivant ; le chapitre III est consacré à l'examen des techniques de détection et de mesure de ce rayonnement ; les effets biologiques de l'irradiation ultraviolette sont étudiés au quatrième chapitre. Dans les suivants sont décrites les principales applications de l'ultraviolet : spectres d'émission et d'absorption (chapitre V), fluorescence (chapitre VI), réflexion (chapitre VII). Le dernier chapitre étudie des propriétés photochimiques de l'ultraviolet.

M. PARODI.

A. KAUFMANN. — Mise en équations et résolution des réseaux électriques en régime transitoire par la méthode tensorielle. — Publications scientifiques du Ministère de l'Air (note technique n° 56), Paris, 1955.

Cet intéressant exposé est consacré à l'étude de la méthode tensorielle de Kron et à celle de ses applications aux régimes transitoires dans les réseaux. La lecture de cet ouvrage dans lequel sont présentés certains travaux personnels de l'auteur, ne manquera pas de rendre de grands services à tous ceux qu'intéressent les applications des mathématiques élevées à l'art de l'ingénieur.

M. PARODI.

M. W. Ker WILSON. — Solution pratique des problèmes de vibrations de torsion, 1er volume : **Calcul des fréquences,** 3e édition, 704 pages, Chapman et Hall, Londres, 1956.

Ce premier volume de l'ouvrage de M. Ker Wilson sur les vibrations de torsion est consacré au calcul des fréquences, de la détermination des amplitudes de vibration et celle des efforts faisant l'objet du second tome.

L'étude des systèmes de transmission des automobiles, les problèmes que posent le rapide développement des moteurs marins à combustion interne ainsi que le fonctionnement des turbo-alternateurs, conduisent les ingénieurs à de délicates recherches dont l'excellent ouvrage de M. Ker Wilson facilitera l'aboutissement.

Des tables numériques nombreuses et une bibliographie très étendue complètent cette publication qui est appelée à rendre de grands services.

M. PARODI.

J. NEWTON-FRIEND. — Man and the chemical Elements (L'homme et les éléments chimiques). — Un vol. 15 × 22,5 cm, 354 pages, Charles Griffin and C°, Ltd, Londres, 1951. Prix relié : 27/6 d. en Grande-Bretagne.

J. Newton-Friend est l'auteur bien connu d'une série d'articles sur la découverte des éléments, parus dans **Chemistry and Industry.** Ces articles lui ayant apporté un courrier abondant, il s'est décidé à rédiger un livre complet sur ce sujet. L'histoire de chaque élément est décrite d'une manière très agréable à lire. Une abondante bibliographie permettra au lecteur de se rapporter aux articles originaux. Pour donner une idée de ce que l'on peut trouver dans ce livre, nous reproduisons ici un extrait de la table des matières pour le chapitre relatif au plomb, à l'étain et au mercure :

Plomb - Métallurgie primitive du plomb - Plomb dans l'Ecriture Sainte - le plomb et l'Egypte - le plomb et la Méditerranée - le plomb et les Romains - l'argent dans le plomb - le plomb en Grande-Bretagne - le plomb dans le Derbyshire - le problème du combustible - le plomb et les alchimistes - Usages du plomb - Balles de plomb - Métaux pour imprimerie - Etain - l'étain en Grande-Bretagne - L'étain et les alchimistes - la lèpre de l'étain - la fabrication de feuilles d'étain - Papier d'étain. - Peauterie - Soudure - Sources d'étain - Mercure ou vif argent - Le mercure et les anciens - Le mercure et les Romains - Le mercure et les alchimistes - L'histoire du vermillon - Usages du mercure - Le thermomètre - etc...

Les différentes têtes de chapitres sont les suivantes : 1, Introduction - 2, Les gaz permanents - 3, Les gaz inertes - 4, Les halogènes - 5, Le carbone - 6, Le bore et le silicium - 7, Le groupe du soufre - 8, Le groupe du phosphore - 9, Le groupe du cuivre - 10, Les métaux alcalins - 11, Le magnésium et les métaux alcalino-terreux - 12, Le groupe du zinc - 13, Le groupe de l'aluminium - 14, Les prédictions de Mendeleeff - 15, Les terres rares ou lanthanides - 16, Les métaux lourds, plomb, étain et mercure - 17, Le groupe du titane - 18, Le groupe du vanadium - 19, Le groupe du chrome - 20, Le groupe du manganèse - 21, Le groupe du fer - 22, Les métaux de la mine du platine - 23, Les radioéléments et les actinides.

Tous les chimistes se doivent d'avoir un livre aussi captivant dans leur bibliothèque. Ils y apprendront la très intéressante histoire de leur science, que chacun relira plus d'une fois avec toujours le même plaisir.

En résumé, un livre très attrayant que nous conseillons très vivement ; personne ne regrettera de l'avoir lu.

Marc LAFFITTE.

Ph. PLUVINAGE. — Eléments de Mécanique quantique. — Un vol., 518 pages, 79 figures, Masson, Paris, 1954.

Dans un chapitre préliminaire sont résumées les conceptions fondamentales de la Physique atomique classique ; les chapitres suivants sont consacrés à l'objet même de l'ouvrage et sont répartis en trois grandes divisions :

— la particule en mouvement sur un axe ;
— la particule dans l'espace ;
— les systèmes de particules.

L'exposé est complet et présente le grand intérêt d'être accessible à tout étudiant qui a assimilé les cours de Physique générale et de Mécanique rationnelle de la licence. Dans la mesure où cela ne risque pas de les rendre trop ardus, les développements sont déductifs et les calculs sont suffisamment détaillés pour pouvoir être repris par quiconque désire sincèrement acquérir une connaissance fondamentale de la Mécanique quan-

tique. En outre, un gros effort a été fait pour aider matériellement le lecteur dans le développement de ses connaissances : tableau de notations au début de l'ouvrage, résumé en tête de chaque chapitre dont les difficultés sont assez variables mais où le sens physique est constamment assuré, tables de constantes, index alphabétique et table des matières détaillée.

En résumé, excellent ouvrage qui constituera un instrument de travail recherché par tous les physiciens.

M. PARODI.

A. L. REIMANN. — Technique du vide. — Ouvrage traduit de l'américain et augmenté par H. Bonifas, préface de M. L. Dunoyer, 400 pages, Dunod, Paris, 1956.

Des travaux expérimentaux et industriels de plus en plus nombreux exigent l'emploi de vides élevés. Dans cet important ouvrage, le lecteur trouvera non seulement la description de montages que nécessite la technique du vide, mais aussi l'étude détaillée des phénomènes physiques et chimiques qui interviennent.

Le volume comporte treize chapitres ; le premier donne une vue d'ensemble du sujet ; le suivant comporte une étude des vitesses de pompage et de la conductance des canalisations. Les chapitres III à VII (ce dernier ayant été ajouté par le traducteur) traitent des pompes préliminaires ou primaires, des pompes moléculaires, des pompes à vapeur de mercure et à vapeur d'huile, des pompes ioniques. Au chapitre VIII, sous le titre général de Dispositifs et méthode de vidage, sont abordés divers sujets spéciaux. Les chapitres IX à XI s'occupent du verre et de sa manipulation ; le suivant traite de l'absorption des gaz résiduels ; l'ouvrage se termine par une discussion des différentes jauges utilisées par les techniciens du vide.

Cet ouvrage très documenté est complété par une abondante bibliographie.

M. PARODI.

SENET (A.). — L'Homme à la découverte de son corps. Roman de la physiologie. — Un vol. in-16, 247 pages, 60 fig., 57 planches hors-texte. Paris, 1956, Plon édit. Prix :

Après « l'Homme à la recherche de ses ancêtres », M. André Senet nous donne « l'Homme à la découverte de son corps ». C'est le roman de la physiologie, dit-il. On le lit comme un roman, un roman historique bien construit, en se souvenant d'ailleurs qu'il n'existe pas d'histoire complète de la Physiologie.

Dès le premier chapitre : « Le Livre du Sang », l'auteur nous rappelle la découverte de la grande circulation par Harvey et comment cette découverte fut niée par la Faculté de Médecine de Paris. Ce fut Descartes, alors réfugié en Hollande, qui prit la défense de Harvey. On en arrivera à Lavoisier, à Paul Bert et à Pasteur. Ensuite, dans « Le Livre du Sexe », nous nous initions aux travaux de l'abbé Spallanzani, précurseur de l'insémination artificielle vers 1780, de Leeuwenhoek, de von Baer, puis de Johann Mendel et de Morgan. « Le Livre du Sucre » est celui de Claude Bernard et l'ouvrage se termine avec « Le Livre des Sens ».

L'essentiel de la physiologie est exposé, suivant un développement historique d'autant plus passionnant que l'auteur est fort au courant de la « petite histoire » qui donne toujours de la vie à la « grande ». C'est donc un livre extrêmement agréable à lire. Il est de plus fort bien illustré.

R. FURON.

SHIGLEY (Joseph-Edward). — Machine Design. — (9 × 6 inches, 532 pages). Mac Graw Hill éditeur.

L'auteur traite des projets de machines en exposant non seulement les développements usuels, mais aussi en cherchant à développer la capacité

créatrice du lecteur par l'analyse des diverses solutions d'un même problème. La première partie comporte les éléments de base : efforts dans les éléments de machines, résistance des matériaux, les matériaux et leurs propriétés, principes et généralités sur les projets de machines. La deuxième partie comprend les applications pratiques : écrous, articulations, attaches, ressorts, roulements, graissage, engrenages, freins, embrayages, accouplements, courroies, chaînes, câbles de transmission, réservoirs à parois minces et à parois épaisses, calage à la presse et à retrait, plaques planes, disques en rotation, volants, etc... En fin de chapitre figurent beaucoup d'énoncés d'exercices avec réponse ; dans le cours de l'ouvrage de nombreux problèmes sont traités, les uns théoriques destinés à l'entraînement du lecteur et ne comportant qu'une seule solution, les autres inspirés de la pratique exigent une discussion et une décision pour choisir une solution parmi plusieurs.

G. LAMBRAULT.

K. STRENKZE, H. de LESSE, J. DENIS. — Microfaune du sol de l'Eque, Groenland. I. Arachnides. — Actualités scientifiques et industrielles, n° 1232. Un vol., 84 p., 9 fig., 8 pl., 1 carte, Paris, Hermann et C^ie^ édit., 1955.

Ce volume, le septième dans la série des résultats scientifiques des expéditions polaires françaises, est le premier consacré à une étude faunistique. La région considérée, l'Eque, située sur la côte occidentale du Groenland, semble devoir être l'une des plus déshéritées du monde sous le rapport de la microfaune terrestre. Les conditions climatiques y sont extrêmement rigoureuses ; le sol n'y est accessible que sur des surfaces très restreintes, et ne comporte en bien des endroits que la roche nue balayée par des vents violents. Pendant le très court été polaire, H. de Lesse a réussi cependant à explorer quelques biotopes de sol meuble, et à y récolter un certain nombre d'Arachnides et de Collemboles, dont les premiers seuls sont étudiés dans le présent ouvrage.

La première partie du volume comporte, après une préface de M. Caullery, un avant-propos de Paul-Emile Victor, un exposé de H. de Lesse sur les lieux et conditions de récolte. On y trouve des indications d'intérêt général sur la géographie et la structure de la région, ainsi que sur la végétation et les milieux écologiques que l'on y rencontre. Une carte et plusieurs planches de photographies, à la fin du volume, illustrent agréablement cette partie.

Le reste de l'ouvrage, d'un intérêt plus spécial, est consacré à l'étude systématique et écologique des Arachnides récoltés. Ceux-ci sont surtout représentés par des Acariens du groupe des Oribates, appartenant à 38 espèces, dont plusieurs sont nouvelles. Ces espèces sont pour la plupart arctiques ou alpines. Les Araignées sont beaucoup moins nombreuses, et seulement 8 exemplaires au total ont pu être récoltés ; ils appartiennent à 7 genres et 4 familles, mais se trouvaient presque tous à un stade juvénile qui n'a pas permis leur détermination spécifique précise.

J. CARAYON.

SYNGE (J. L.). — Relativity : The special theory. — Un vol. XIV-450 p., 1956, North-Holland Publ. Cy, Amsterdam édit. Prix : 38 f.

Cet ouvrage est le premier exposé moderne de la relativité restreinte tenant compte des développements que cette théorie a reçus dans les dernières années et qui se sont notamment manifestés par la généralisation du formalisme covariant dans les théories quantiques. M. Synge généralisant les idées de Minkowski considère l'espace-temps comme une variété géométrique particulière donnée **a priori** et la théorie de la relativité est constituée par l'ensemble des propriétés de cette variété et des grandeurs qui peuvent lui être associées.

Le premier chapitre introduit le continuum espace-temps et la représentation des événements dans cette variété, notamment les propriétés des lignes d'univers et la représentation des particules par des diagrammes géométriques, la notion de mouvement rigide selon Born. Le chapitre 2 introduit la relativité restreinte à partir de ses bases physiques et la notion de système de référence. Le chapitre 3 expose les propriétés géométriques des diagrammes d'espace-temps. Le chapitre 4 introduit les transformations de Lorentz : transformations de Lorentz générale et particulières, interprétation géométrique et mécanique, représentations, spineurs et transformations spinorielles associées à une transformation de Lorentz, matrices associées aux transformations de Lorentz. Le chapitre 5 rassemble les théories des principaux phénomènes physiques dont l'interprétation fait intervenir directement une transformation de Lorentz. Le chapitre 6 expose les principes et quelques applications à la théorie des chocs, de la mécanique relativiste d'une particule unique tandis que le chapitre 7 examine les propriétés mécaniques des systèmes de particules. Le chapitre 8 expose la mécanique relativiste des systèmes continus. Le chapitre 9 introduit l'électromagnétisme en relativité restreinte par l'exposé des caractères et des propriétés des champs électromagnétiques dans le vide. Le chapitre 10 examine les interactions entre champs et charges. Une série d'appendices et une importante bibliographie complètent cet ouvrage qui rendra les plus grands services à tous les physiciens.

G. PETIAU.

TONNELAT (Marie-Antoinette). — La Théorie du champ unifié d'Einstein et quelques-uns de ses développements. Préface de A. Lichnerowicz. — Un vol. in-8 (16 × 25), de X-156 p., Paris, 1955, Gauthier-Villars édit.

La théorie de la relativité générale après de nombreuses tentatives de synthèse entre théorie de la gravitation et théorie de l'électromagnétisme a pris depuis 1950 une forme nouvelle que l'on appelle relativité généralisée ou théorie du champ unifié. Les résultats acquis jusqu'ici semblent montrer que l'on peut espérer obtenir dans des développements ultérieurs une théorie complète d'un champ naturel dans lequel l'ensemble des phénomènes gravifiques et électroniques sont étroitement associés. Mme A.-M. Tonnelat a obtenu dans ses travaux sur cette théorie des résultats remarquables et anime un groupe de jeunes chercheurs constituant une nouvelle école relativiste française. C'est pour les chercheurs que Mme Tonnelat a rassemblé et ordonné dans cet ouvrage un exposé général des principes et des principaux développements de la théorie du champ unifié.

Après une introduction exposant le but et la méthode des théories unitaires et montrant la place de la nouvelle théorie du champ unifié parmi celles-ci, le premier chapitre rassemble d'importants préliminaires mathématiques. Le chapitre 2 montre comment les équations du champ se déduisent d'un principe variationnel et étudie les identités de conservation. Les chapitres 3 et 4 examinent successivement le premier et le second groupe des équations d'Einstein. Le chapitre 5 étudie particulièrement la solution à symétrie sphérique. Le chapitre 6 examine la liaison entre la nouvelle théorie unitaire et certains résultats de la théorie électromagnétique non linéaire de Born-Infeld. Le chapitre 7 discute des problèmes relatifs au choix du tenseur d'impulsion-énergie, à la définition des géodésiques et aux équations du mouvement. Une série de notes importantes et une bibliographie générale sur la théorie du champ unifié complètent cet ouvrage remarquable.

G. PETIAU.

M. Van LAETHEM. — Une méthode nouvelle et générale de calcul des intégrales généralisées. — 170 pages, éditions E. Nauwelaerts, Louvain, 1956.

Dans cet ouvrage l'auteur expose une méthode de calcul numérique, qui lui est propre, des intégrales généralisées de la forme

$$\int_a^{\infty} y\ (x)\ dx \text{ et } \int_a^{b} y\ (x)\ dx$$

la fonction **y(x)** devenant infinie pour **x = b,** dans la seconde.

Il complète l'exposé par diverses applications de la méthode exposée à des problèmes de Physique.

M. PARODI.

Th. VOGEL. — Physique mathématique classique. — Un volume de 214 p., Collection Armand Colin, Paris, 1956.

Dans cet ouvrage qui intéressera tous ceux qui connaissent les aspects classiques de la Physique, M. Th. Vogel donne une excellente présentation d'ensemble des méthodes et des problèmes de la Physique mathématique. Dans un premier chapitre se trouvent résumées diverses questions d'analyse dont il est fait un usage constant : la terminologie relative aux ensembles, les notions de fonction, de continuité, d'intégrale et de mesure y sont précisées ainsi que les résultats fondamentaux de la théorie de l'équation de Fredholm ; vient ensuite la description des méthodes de l'analyse tensorielle conduisant à la définition de quelques opérateurs usuels et à l'examen rapide des équations différentielles linéaires qu'ils permettent de former ; enfin l'étude du principe variationnel auquel a conduit l'effort d'unification de la Physique mathématique termine cet important chapitre. Le suivant est consacré à l'étude de quelques types de champs fondamentaux : potentiel (équations de Laplace et de Poisson) et ondes entretenues (équation d'Helmoltz), propagation des ondes (équation de d'Alembert) et champs vectoriels. Au dernier chapitre sont étudiées la mécanique des corps déformables, l'électromagnétisme et l'optique, enfin la transmission de la chaleur.

Les dimensions de ce livre ne permettant pas de longs développements mathématiques, certaines démonstrations ne sont qu'esquissées, mais elles sont présentées d'une manière suffisamment explicite pour que le lecteur puisse les reconstituer ; d'ailleurs des « sommaires » précédant chaque paragraphe et précisant l'esprit dans lequel M. Vogel étudie les matières traitées lui faciliteront ce travail.

Remarquable par sa clarté et la largeur de vue dans lequel il a été conçu, cet ouvrage ne manquera pas de plaire.

M. PARODI.

A. ZYGMUND. — Séries trigonométriques. — 2e édition, 319 pages, Chelsea Publishing Company, New-York, 1953.

Cette réédition de l'important ouvrage de M. Zygmund ne diffère pas sensiblement de la publication originale de 1935, dans laquelle l'auteur se proposait de faire une mise au point des travaux relatifs aux séries trigonométriques. En dehors des paragraphes où intervient l'intégrale de Lebesgue, le livre peut être étudié par tous ceux qui possèdent des connaissances très classiques en Analyse.

M. PARODI.

TABLE ANALYTIQUE DES MATIÈRES

contenues dans le tome LXIII de la R. G. S.

I. CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

BOULIGAND (G.). — Au cœur de la Mathématique 258

BOULIGAND (G.). — Hermann Weyl (1885-1955). Frederic Reiscz (1880-1956) 132

BOULIGAND (G.). — Un traité de la connaissance 69

CONSTANS (R.). — Le Professeur Charonnat à l'Académie de Médecine .. 6

CONSTANS (R.). — Le Professeur M. M. Janot à l'Académie de Médecine .. 131

COTTE (Maurice). — Réflexions sur le livre de Birkoff « Hydrodynamics » et sur quelques paradoxes de la physique 325

DUBREIL (Paul). — Maurice Fréchet à l'Académie des Sciences 193

FURON (R.). — Mgr Gaston Delépine à l'Académie des Sciences 321

FURON (R.). — M. Jean Piveteau, Membre de l'Institut 130

FURON (R.). — Un nouveau traité de Géologie 133

FURON (R.). — La 5e Assemblée générale de l'Union Internationale pour la Protection de la Nature 196

FURON (R.). — Le XXe Congrès Géologique International (Mexico 1956) .. 257

GUIBE (J.). — Le Professeur L. Bertin (1896-1956) 67

HUISMAN (Denis). — Le Recteur Jean Sarrailh à l'Institut 5

JOVET (P.) et WILLMANN (R.). — Colloque international sur la contribution française à l'étude de la flore nord-américaine de 1700 à 1850 .. 322

PETIAU (Gérard). — Le Professeur Georges Darmois, Membre de l'Institut 66

Notre enquête sur le Troisième Cycle 268

Le mouvement « Jeunes-Science » 325

II. ARTICLES ORIGINAUX

Physique

DUCROCQ (Albert). — La biocybernétique jette un pont entre physique et biologie 295

FREYMANN (René). — Le développement de la spectroscopie hertzienne en France et le groupement d'informations mutuelles A.M.P.E.R.E. 329

RENAUD (PAUL). — Invention rationnelle, décomposition des systèmes physiques 337

TONNELAT (Marie-Antoinette). — La Volonté unitaire 199

Chimie

ARCOS (Marthe) et ARCOS (Joseph C.). — Sur le rôle possible du graphite dans la biogenèse 89
CHRETIEN (A.). — Métaux nouveaux venus dans la technique, principalement titane, tantale, zirconium, germanium 73
DELBOURGO (R.). — La production artificielle de diamant 145
PULLMANN (Bernard). — La structure moléculaire et la cancérisation par les substances chimiques 10

Sciences naturelles

CUVILLIER (J.). — La micropaléontologie moderne 291
DUPLAN (J.-F.). — Les dangers des radiations ionisantes et les moyens de s'en protéger 217
FABRE (René). — Par le Vin, pour le meilleur et pour le pire 283
FURON (Raymond). — L'évolution de la Géologie au XX^e^ siècle 27
HUSSON (Raoul). — Structure acoustique et genèse physiologique des sons du langage 159
JOVET (Paul). — Une flore conçue comme un guide pour praticiens, étudiants ou amateurs 299
LAGET (P.). — L'étude du cerveau, carrefour de sciences et de méthodes .. 233

Histoire et Philosophie des Sciences

MAYER (Jean). — Illusions de la philosophie expérimentale au XVIII^e^ siècle 353
RENAUD (Paul). — Invention rationnelle, décomposition des systèmes physiques 337
TONNELAT (Marie-Antoinette). — La Volonté unitaire 199

Biographies

JACQUES (J.). — Le Centenaire de la mort de Charles Gerhardt 153
JOVET (Paul). — Le tricentenaire de Tournefort 101
MONTEL (Paul). — Emile Borel 137
MOUSSERON (M.). — Le centenaire d'un grand chimiste : J.-S. Senderens (1856-1937) 245
TRUHAUT (René). — Le Professeur René Fabre, Président de l'A. F. A. S. pour 1956 142

Divers

FURON (Raymond). — Une cause de la décadence de la Science française : l'insuffisance des traitements 105

Questions d'Enseignement

Mathématiques : **M. G. BOULIGAND** 48
Méthodologie comparée : **M. G. BOULIGAND** 179

III. BIBLIOGRAPHIE

TABLE ANALYTIQUE DES AUTEURS

Note de la Rédaction. — Désireux de réduire au minimum la place occupée par nos tables, nous nous sommes contentés d'indiquer ci-dessous les noms des auteurs dont les ouvrages ont été analysés dans le tome LXIII.

A-B

AUDUBERT (René) 213, 253
ARZELES (Henri) 181
BAUER (E.) 253
BISANTI (A.) 113
BLIN (Jean) 313
BOREL (Emile) et CHERON (André) 181
BRISAC (Robert) 183
BUREAU (Florent) 267

C

CARSON (J.-R.) 254
CHAMBADAL (P.) 313
CHAPLET (Auguste) 373
CHOQUET (Gustave) 262
CORNUBERT (R.) 254
CLARK (J. G. D.) 113

D

DALMAT (Herbert T.) 183
DAUDEL (Pascaline) 115
DAVID (Pierre) 115, 373
DEICHA (G.) 116
DENJOY (Arnaud) 184
DINGEMANS (Guy) 116
DUCLAUX (J.) 185

E-F

FAURE-FREMIET (E.), MONTALENTI et VANDEL (A.) 117
FAVARD (Jean) 262
FAVRE (Henri) 375
FEVRIER (Paulette) 185
FLEURY (P.) et MATHIEU (J.-P.) . 315
FOURNIER (M.) 117
FORTET (Robert) 362
FRECHET (Maurice) 185

G-H

GAMOW (G.) 118
GARNIER (René) 315
GARRATT (D.-C.) 186
GONSETH (F.) 254
GRAHMANN (R.) 118
GROUSSET (Paul) 119
GUILLERME (J.) 375
HAUPT (H.) et AUMANN (G.) .. 263
HEIM (Roger) 58

I-J-K

JOUSSET (P.) 119
JUILLET (A.), SUSPLUGAS (J.) et COURP (J.) 119
KAUFMANN (A.) 375
KER WILSON (M.-W) 375
KOPAL (Zdenek) 186
KOSSOVITCH (N.) 120

L

LAGACHE (Daniel) 59
LA TOISON (M.) 315
LAVOISIER (Œuvres de) 187
LEES (A.-D.) 317
LEGENDRE (Adrien-Marie) 60
LEGRAS (J.) 60
LŒBLICH (Alfred-R.) et TAPPAN (Helen) 187

M-N-O

MASON (S.-F.) 319
McGREGOR (R.-R.) 184
METRO (A.) et SAUVAGE (Ch.) . 299
MONJALLON (A.) 254
MORET (L.) 188
MOUNIC (M.) 188
MUND (W.) et VAN MEERSSCHE (M.) 189
OCAGNE (M. d') 60
NEWTON-FRIEND (J.) 376

P-Q

PAILLOUX (H.) 189
PATTE (Etienne) 319
PAULING (L.) 320

PEPIN (Eugène) 121
PETIAU (Gérard) 60
PETROVSKY (J.-G.) 266
PIVETEAU (J.) et coll. 121
PLATRIER (Ch.) 189
PLUVINAGE (Ph.) 376

R

REINMANN (A.-L.) 377
REINER (M.) 61
RENAULT (R.) 122
RIESZ (Frederic) et Sz NAGY (B.) 265
ROUAULT (Marcel) 123
ROUGIER (Louis) 69

S

SALLES (F.) 123
SCHWARTZ (Laurent) 262
SENET (A.) 377
SHŒMAKER (Clarence R.) 190
SHIGLEY (Joseph-Edward) 378
SMITH (C.-J.) 62
SMITH (Lyman B.) 123
STENZKE (K.), LESSE (H. de) et DENIS (J.) 378
SYNGE (J.-L.) 379

T

TERMIER (Henri) et TERMIER (Geneviève) 133
THEBAULT (Victor) 62
THIEBLOT (L.) et LE DARS (H.) . 123
TOURAINE (A.) 62
TONNELAT (Marie-Antoinette) . 379
TRAUB (Robert) et MORROW (Mary-Lou) 190
TURPIN (R.) 255

U-V-W

ULLMO (J.) 124
VAN BLADEL (J.) 125
VAN LÆTHEM (M.) 380
VERNES (Arthur) 63
VOGEL (Th.) 380
WATT (G.-W.) et HATCH (L.-F.) . 125
WENGER (Paul-E.), MONNIER (Denis) et RUSCONI (Yvonne) 125

X

Annales de l'Institut Fournier .. 268
Annuaire du Bureau des Longitudes 1956 127
Applications scientifiques de la logique mathématique 63
Centre Belge de Recherches mathématiques : Colloque sur l'analyse statistique 255
Fossiles de demain (Les) 127
Handbook of Chemistry and Physics 191
Industrie chimique en Europe (L') 125
Journée de Mécanique des fluides 256
Mécanique ondulatoire et cinétique 64
Mémoires sur la Mécanique des fluides 126
Progenèse (La) 255
Rôle et formation de l'Ingénieur de Génie chimique 64
Second colloque sur les équations aux dérivées partielles . 267
Vie des Plantes (La) 128

Z

ZILLER (A.) 191
ZYGMUND (A.) 380

Imprimerie Jacques et Demontrond, Besançon. — 102669 - 1-57.
Le Gérant : R. CONSTANS.